

東京帝國大學
理學部紀要

第 叅 拾 九 冊

THE
JOURNAL
OF THE
COLLEGE OF SCIENCE,
IMPERIAL UNIVERSITY OF TOKYO.

VOL. XXXIX.



東京帝國大學印行
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY.

TOKYO, JAPAN.

1916—1919.

TAISHO 5—20.

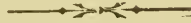
Publishing Committee.

Prof. **R. Fujisawa**, *Riyakuhakushi*, Acting Director of the College (*ex officio*).

Prof. **I. Ijima**, *Ph. D.*, *Riyakuhakushi*.

Prof. **F. Omori**, *Riyakuhakushi*.

Prof. **S. Watasé**, *Ph. D.*, *Riyakuhakushi*.



CONTENTS.



- Art. 1.—The sponges of Lake Biwa. (*With two plates.*) By N. ANNANDALE AND T. KAWAMURA.—Publ. Aug. 3rd, 1916.
- Art. 2.—Über das Auftreten der Verbänderung bei *Pharbitis hederacea* Chois. (*Mit 2 Tafeln und 3 Textfiguren.*) By Y. YAMAGUCHI.—Publ. Sept. 30th, 1916.
- Art. 3.—Untersuchungen über die chemischen Bedingungen für die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane bei einigen Hefen. By K. SAITO.—Publ. Dec. 20th, 1916.
- Art. 4.—Two new trematodes of the family Gyrodactylidæ. (*With 2 plates.*) By S. GOTO AND H. KIKUCHI.—Publ. March, 31st, 1917.
- Art. 5.—Effekt der Ringelung auf die Stoffwanderung bei *Cornus controversa* HEMSL. (*Mit 2 Tafeln.*) By S. HIBINO.—Publ. March, 31st, 1917.
- Art. 6.—Fossils from the Miura Peninsula and its immediate north. (*With 19 plates and 1 map.*) By M. YOKOYAMA.—Publ. March, 22nd, 1920.
- Art. 7.—Physiologische Untersuchungen über eine neue, in der Gerbbrühe gedeihende Kahlhefe. (*Mit 2 Tafeln und 7 Textfiguren.*) By T. ASAI.—Publ. May 30th, 1918.
- Art. 8.—On *Dissotrema papillatum*, n. g., n. sp., an amphistomoid parasite from a marine fish. (*With 1 plate and 2 textfigures.*) By S. GOTO AND Y. MATSUDAIRA.—Publ. July 13th, 1918.
- Art. 9.—Description of some Japanese Polyclad Turbellaria. (*With 2 plates and 48 textfigures.*) By M. YERI AND T. KABURAKI.—Publ. Dec. 28th, 1918.
- Art. 10.—Die Chromosomenzahl von *Zea Mays* L. Ein Beitrag zur Hypothese der Individualität der Chromosomen und zur Frage über die Herkunft von *Zea Mays* L. (*Mit 2 Tafeln und 4 Textfiguren.*) By Y. KUWADA.—Publ. Aug. 22nd, 1919.
- Art. 11.—Experimentelle Studien über die Zell- und Kernteilung mit besonderer Rücksicht auf Form, Grösse und Zahl der Chromosomen. (*Mit 7 Tafeln und 24 Textfiguren.*) By T. SAKAMURA.—Publ. March 20th, 1920.

The Sponges of Lake Biwa.

By

Nelson ANNANDALE, *D. Sc.*

Indian Museum, Calcutta,

and

Tamiji KAWAMURA, *Rigakushi,*

Biological Station, Ôtsu.

(With two Plates.).

It is evident that conditions are unusually favourable for the growth of the Spongillidae in Lake Biwa, in which the sponges are found mainly in the form of encrustations, often of considerable area, on the pillars of piers and bridges, as smaller ramifying masses attached to water-weeds and stones, as elliptical growths on the shells of molluscs and on pebbles, and even in the form of free spheres lying on a sandy bottom. In collections from the lake made in 1914 and 1915 we are able to distinguish seven species, namely :—

Spongilla (*Euspongilla*) *lacustris* auct.

Spongilla (*Euspongilla*) *semispongilla* (ANNANDALE).

Spongilla (?) *Euspongilla*) *asptinosa* POTTS.

Spongilla (*Stratospongilla*) *clementis* ANNANDALE.

Spongilla (*Eunapius*) *fragilis* LEIDY.

Ephydatia mülleri var. *japonica* (HILGENDORF).

Heteromeyenienia kawamuræ ANNANDALE, sp. nov.

The only other freshwater sponge as yet found in Japan is the typical form of *Ephydatia mülleri* (LIEBK.).

I. Systematic.

Key to the Japanese Spongillidae.

- I. Gemmule-spicules, if present, without transverse disks at the extremities. [Genus *Spongilla*]

- A. Free microscлерes present in the dermal membrane.
 - i. Gemmule-spicules present; gemmules not enclosed in special cages of skeleton-spicules. ... *S. lacustris*.
 - ii. No gemmule-spicules; each gemmule enclosed in cage of skeleton-spicules. *S. aspinosa*.
- B. No free microscлерes.
 - i. Coating of air-cells on gemmule granular in appearance.
 - a. Gemmule-spicules abundant, semi-erect, swollen at the extremities, which bear circles of enlarged spines; skeleton-spicules very slender. *S. semispongilla*.
 - b. Gemmules often absent; their spicules scanty, horizontal, tapering at the extremities, without enlarged spines; skeleton-spicules rather stout. *S. clementis*.
 - ii. Coating of air-cells on gemmule resembling a honeycomb; gemmule-spicules cylindrical or sub-cylindrical, covered with small spines.... *S. fragilis*.

II. Gemmule-spicules with transverse disks at the extremities.

- A. Gemmule-spicules homogeneous, at least subequal, (the margin of their disks serrated, similar at the two extremities). [Genus *Ephydatia*].
 - i. (Shaft of gemmule-spicule hardly longer than the diameter of a terminal disk); skeleton-spicules smooth or almost so. ... *E. mülleri* var. *japonica*.
 - ii. (Shaft of gemmule-spicule similar); middle part of skeleton-spicule spiny or granular.
... .. *E. mülleri* (typical form).
- B. Gemmule-spicules of two distinct kinds, one considerably longer than the other. ... [genus *Heteromeynia*].
(skeleton-spicules smooth or with scattered spines; gemmule-spicules not highly differentiated; foramen of gemmule armed with a simple tube without filamentous processes. *H. kawamurae*.

Description of the Species.

Genus *Spongilla*, LAMARCK.Subgenus *Euspongilla*, VEJDovsky.*Spongilla lacustris*, auct.

Pl. I, Figs. 1—3.

1909, Weltner, Brauer's Süßwasserfauna Deutschlands XIX, p. 181, figs. 301, 304-309.

1909, Annandale, Proc. U. S. Nat. Mus. XXXVI, p. 631.

1915, Annandale, Mem. Ind. Mus. V, p. 26.

This sponge is one of the most widely distributed and the most plastic of the Spongillidae. It is also probably the most primitive in essential characters. Numerous varieties have been described, and it is doubtful whether some of the forms at present recognized as allied species are really distinct specifically. It is very difficult in any case to draw up a diagnosis that will exclude all such forms. The following description will be useful at least in distinguishing the species from the other Japanese Spongillidae.

The sponge is as a rule soft and fragile. It has, when growing in a good light, a bright green colour, which is due to the presence within the cells of its parenchyma of a minute unicellular Alga (*Chlorella*); in a faint light the green colour sometimes disappears, but in this condition the outlines of the capsules of the symbiotic alga can still be detected.

The typical form of the species is that of a thin encrusting layer from which vertical branches, elongate, slender and cylindrical, arise, but it may be massive without branches. The branches may be flattened instead of cylindrical and they may anastomose so as to form a complicated network. On the other hand the sponge may be reduced to a thin film of a small area.

The oscula as a rule are not very conspicuous, but they may grow large and have well-defined borders. In the living sponge they are protected by transparent "collars" of a conical form. The external (*i. e.* subdermal) terminations of the main exhalant canals (which are commonly confused with the dermal pores or ostia) are never very large or conspicuous.

The main element in the skeleton consists of slender but well-defined radiating or vertical fibres composed of spicules connected together by a horny substance. The substance is in continuity with that which forms the delicate membrane at the base of the sponge. The vertical fibres ramify irregularly but not frequently and pursue an irregular upward course. They are joined together to form a loose and irregular network with still more slender and much less well-defined transverse fibres of similar structure.

Free microscleres are present as well as those associated with the gemmules. The macroscleres or skeleton-spicules are smooth, slender, of relatively large size, sharply pointed at both ends (except in abnormal specimens) and as a rule slightly curved. The free microscleres or flesh-spicules, which are as a rule numerous both in the dermal membrane and in the interstices of the skeleton, are similar in form to the skeleton spicules but are much smaller and densely covered with spines.¹⁾ The gemmule-spicules resemble the microscleres but are stouter and as a rule more strongly curved; the spines at their extremities are frequently better developed than on other parts, arranged in one or more circles and retroverted.

The gemmules lie free in the interstices of the skeleton, which does not form special cages or chambers for their protection. They are spherical in form and normally of considerable size, covered with a thick pneumatic coat in which the gemmule-spicules lie tangentially, and with a single micropyle or foramen, which is protected by a cup-like horny structure. As a rule the pneumatic layer is limited externally by a thin horny membrane in which there is a layer of gemmule-spicules lying horizontally. All these accessory structures except the foramen may, however, be absent, and even the gemmule-spicules sometimes disappear. There may be more than one foramen, and the foraminal aperture may take the form of a tube instead of a cup.

The species is probably cosmopolitan and has been found both

1) In the European *Spongilla rhenana* RETZER, which Weltner regards as a form of *S. lacustris*, the free microscleres are smooth.

in the Arctic Regions and the Tropics, but does not appear to have as yet been discovered in Africa or Australia.

In Japan it is known to us from the following localities :—

Lake Noziri, Lake Kizaki and Lake Nakatsuna, Province of Shinano.

Lake Biwa and a small lake at Komatsu, Province of Ōmi.

A small pond at Yodo near Kyoto.

Spongilla semispongilla (ANNANDALE), nob. comb. nov.

Pl. I, Fig. 4.

1909, *Ephydatia semispongilla*, Annandale, Annot. Zool. Jap. VII, p. 107, Pl. II, fig. 2.

This species was originally assigned to the genus *Ephydatia*, but, as its specific name was intended to indicate, actually occupies a position on the border-line between that genus and *Spongilla*. Its status, in fact, is similar to that of *Spongilla* (or *Ephydatia*) *crateriformis* (Potts), which is assigned by some authors to one and by others to the other of the two genera.¹⁾ On the whole it seems best to confine the name *Ephydatia* to the species in which the gemmule-spicules have well-defined transverse disks at the extremities. In *S. semispongilla* the ends of the spicules are irregularly swollen and bear a circle, or more usually several consecutive circles, of enlarged spines, but the specialization of this part of the spicule is only a little more highly developed than it is in some specimens of *S. lacustris*. We, therefore, propose to transfer the species to the genus *Spongilla*, in which it should be placed near the type species.

It is distinguished from *S. lacustris* not only by the peculiarities of its gemmule-spicule but also by the complete absence of free microscleres and by the slenderness of its skeleton-spicules. The last, however, is a character on which, in view of the varieties found in *S. lacustris*, too much weight must not be placed. The foramen of the gemmule is protected by a curved tubule.

The colour in life is bright leaf-green. The external form is either that of a very thin film of limited area when growing on the

1) See Annandale, Faun. Brit. Ind., Freshw. Sponges, Hydroids & Polyzoa, p. 85 (1911).

leaves of water-plants or of an irregular network of considerable relative thickness but mainly horizontal, though often highly convex, in direction. This form is sometimes lightly attached to weeds with small leaves, but also occurs on stones. In the thin form the upper parts of the gemmules is sometimes devoid of spicules and has the pneumatic layer thin, while the foraminal tubule always lies on the lower surface, by which the gemmule adheres to the leaf. In more robust sponges, however, the coats of the gemmule are developed uniformly, the gemmule lies free in the sponge and the tubule does not always point in the same direction.

The species is only known from the Main Island of Japan. It was described from Kasumi-ga-Ura on the Pacific coast and is not uncommon in L. Biwa, especially in the South Lake. We found a specimen in the small lake at Komatsu also.

***Spongilla aspinosa* Potts.**

Pl. II, fig. 1.

1887, Potts, Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, p. 184, Pl. VIII, fig. vi.

This species is also related to *S. lacustris*, from which it may be at once distinguished, when gemmules are present, by the fact that each gemmule is enclosed in an irregular but dense network or cage of skeleton-spicules. These spicules are sometimes smaller than those that take part in the formation of the skeleton in other regions, but this is not always the case. The gemmules have no special spicules but possess a well-developed coat of "granular" air-spaces and a foramen protected by a horny tubule. The micro-scleres are confined or practically confined to the dermal membrane. They were described by Potts as being quite smooth, but in the Japanese specimen which we have seen they bear short irregular spines (Pl. II, fig. 1a). Potts's specimens were green, but the one from Lake Biwa was yellowish. Forms of *S. lacustris* are known in which the gemmule-spicules are very few or altogether lacking, but this is exceptional and when it occurs the pneumatic coat is usually degenerate; the gemmules are never enclosed in

definite skeletal cages, and *S. aspinosa*, therefore, appears to be quite a distinct species.

Owing to the absence of gemmule-spicules it is impossible to assign this species definitely to any existing subgenus, but its close relationship to *S. lacustris* leaves little doubt that the two are subgenerically identical. It is related to *S. sinensis* ANN.¹⁾ from Suchau, which may ultimately prove to be identical with it.

S. aspinosa was originally described from the United States of North America and has not as yet (unless *S. sinensis* be identical) been described in any other country but Japan. We have examined a single specimen from L. Biwa near the Biological Station at Ōtsu.

Subgenus **Stratospongilla**, ANNANDALE.

The number of the species as yet attributed to this subgenus is still relatively small and most of these can be readily diagnosed. The one species that occurs in L. Biwa is however, remarkable for its variability.

Spongilla clementis ANNANDALE.

Pl. I, figs 5-8, Pl. II, fig. 2.

1909, *S. clementis*, Annandale, Proc. U. S. Nat. Mus. XXXVI, p. 631.

1910, *S. yunnanensis*, id., Rec. Ind. Mus. V, p. 197.

Three phases of the species may be distinguished, so far as the external characters are concerned, viz. —

Phase I. (Pl. I, fig. 5). In this phase the sponge forms a flat crust of lichenoid outline and as a rule less than 10 mm. thick. The colour may be leaf green, greyish or yellowish. The oscula are numerous and lie scattered on the surface irregularly. Their size is moderate (not more than 1.5 mm. in diameter) and their outline is not very regular; often one horizontal axis is considerably longer than the other at right angles to it. There is sometimes a hollow nodule or cowl at one side of an osculum which has the appearance of protecting it in one direction. Relatively large

1) Proc. U. S. Nat. Mus. XXXVIII, p. 183 (1910).

exhalant canals often run horizontally below the dermal membrane for some distance before opening into the osculum, but such channels never form a regular, star-shaped pattern. Sponges of this and the next phases often cover a considerable area on pillars of bridges and piers and occasionally on the vertical faces of rocks.

Phase II. (Pl. I, fig. 6). This phase, though mainly encrusting, is much more massive than Phase I. It often forms relatively thick ramifying horizontal branches. The external parts of the sponge may be tinged with green, but the colour never extends to the interior. The oscula are large, well-defined and round.

Phase III. (Pl. I, fig. 7). The sponges in this phase are among the most remarkable known in the Spongillidae. They form compact, ovoid, spherical, irregularly massive or pedunculate masses of a greyish or whitish colour with one or several large oscula opening directly from an exhalant canal of the same diameter. This canal, which forms a more or less cylindrical vertical cavity in that part of the sponge which it drains, is frequently separated into two halves a short distance below the osculum by a thin vertical diaphragm. The external surface is often ornamented with low ridges arranged in diverging groups that interdigitate one with another. The sponge is never more than about 8 cm. in diameter. Sponges of this type are either fixed to hard objects of small size or else lie free on the bottom.

We will discuss the significance of the three phases in subsequent pages. Apart from the external variation, the species may be described as follows:—

The sponge varies greatly in consistency and may be either soft or hard, in accordance with the closeness or laxity of the skeletal network. The radiating fibres are always distinct but never massive; they contain very little horny material. The variation in hardness depends largely on the development of the transverse fibres. The oscula are always at least fairly large and the pore-areas distinctly visible with the aid of a hand-lens. The individual dermal pores are relatively large, and the regular dis-

tribution of the areas gives the surface of the sponge a very characteristic appearance.

There are no free microscleres. The skeleton-spicules are short and rather stout, slightly curved, somewhat abruptly and not very sharply pointed. Their axial tubule is often conspicuous. Their external surface is often quite smooth, but sometimes the middle region of the spicule bears a few scattered spines, and specimens occur in which the majority—never all—of the macroscleres are somewhat densely spiny in this region; the extremities are always smooth.

The gemmule-spicules are slender, cylindrical, feebly curved, minutely and not very regularly or closely spined. They are either sharply and gradually or abruptly and bluntly pointed at the extremities.

Gemmules are seldom produced. When they are found they lie at the base of the sponge and adhere to the object to which it is attached. They have not yet been observed in the free or encrusting specimens. They are somewhat flattened in form and have a rather thin granular coat and a short foraminal tubule, which is situated on the upper surface in the natural position.

As will be gathered from the above description, *S. clementis* is of extreme variability not only in respect to the external form and colouration but also as regards the structure of the skeleton and the form of the spicule. Until we had examined a very large series of specimens, in which forms intermediate in all respects were found, we separated the specimens provisionally into four or five distinct species or varieties. The comparatively stout skeleton-spicules are a distinctive character so far as the Spongillidae known from Japan are concerned, but in most specimens some spicules can be discovered that are much more slender than the others. When the majority of the spicules are spiny it is usually the smooth ones that are the slenderest. It appears to be safe to say that at least some of the skeleton-spicules are always at least $\frac{1}{20}$ time as broad as long.

The difficulty of preparing an exact diagnosis of the species is increased by the fact that gemmules are very seldom produced.

In a series of many hundred specimens only two were found that contained these bodies and both of these were taken in a single haul of the net.

If only Phase III were to be considered, there can be no doubt that *S. clementis* would have to be regarded as a very distinct species closely allied to the species belonging to the genera *Pachydictyum* WELTNER from Celebes and *Cortispongilla* ANNANDALE from Palestine, both of which it resembles in its compact form, large and conspicuous oscula and unusually spacious and well-developed exhalant system. We have not, indeed, seen any specimen in which the central cavity connected with this system is so large or so regular as it appears to be in the only known species of *Pachydictyum*, while the skeletal cortex characteristic of *Cortispongilla* is either altogether absent or else represented by mere rudiments possibly not at all homologous. These rudiments consist of the interdigitating ridges to which a reference has been made above. Their skeletal support is consolidated in a manner strongly suggestive of the external consolidation of the skeleton that takes place in the Palestinian genus, and their frequent absence may be due in part to erosion of the surface of the sponge—a phenomenon also manifested in *Cortispongilla*. The peculiarities of this phase of *S. clementis* are, moreover, correlated with the fact that the sponge lives in comparatively deep water, attached to hard objects of small size (if it is attached at all), and on a bottom composed of sand or fine gravel, the particles of which are liable to be carried into its interior and can only be voided with great difficulty. The conditions also enter into the environment in which *Cortispongilla* is found, and probably occur in that of the habitat of *Pachydictyum*, of which nothing very precise is known. Notwithstanding, however, the apparent strong differentiation of the Phase III of *S. clementis* we have found some specimens in fairly deep water that are exactly intermediate between it and Phase II, and we can not correlate any differences in the structure of the skeleton or the form of the spicules with the differences usually so conspicuous in the external characters.

Phase II roughly corresponds with the specimens on which

the diagnosis of *S. clementis* was based, while Phase III is not far removed from those that formed the type of *S. yunnanensis*—so far as external characters are concerned,—but the supposed differences in the skeleton and the spicules are, as will be clear from what we have already said, by no means diagnostic of any one phase or variety.

S. clementis was described from Luzon in the Philippine Islands, while the type of *S. yunnanensis* were from Lake Tali-Hu in Yunnan, China. Otherwise the species is only known from Lake Biwa, in which it is abundant in situations not exposed to dessication, and from the settling-tanks of the Kyoto water-works, which are supplied from the lake.

Subgenus **Eunapius**, GRAY.

The air-spaces on the gemmules of this subgenus have a very regular form and arrangement. They are relatively large, polygonal in cross-section and arranged in numerous concentric layers. The gemmule-spicules are as a rule more or less horizontal. The only species of this subgenus found in Japan is almost cosmopolitan.

Spongilla fragilis LEIDY.

Pl. I, fig. 9.

1909, Annandale Annot. Zool. Japon. VII, P. 106, Pl. II, fig. 1.

The external appearance of this species is usually characteristic, for it forms flat layers or crusts without branches or conspicuous protuberances and has numerous small oscula, each of which is surrounded by a star-like figure produced by the main exhalant canals running superficially in a horizontal direction to the orifice. The colour is usually brown.

The skeleton is more compact than in *S. lacustris*. The skeleton-spicules are smooth, fairly slender and sharply pointed. There are no free microscleres. The gemmule-spicules are somewhat variable in form and may be either cylindrical or spindle-shaped in outline. They are always slender and relatively long and covered with short irregular spines.

The gemmules are either fastened together in groups that lie free in the substance of the sponge or else adhere in a single layer at the base. Each has a curved foraminal tubule that projects outwards or upwards through the pneumatic coat.

The following are the Japanese localities of the species:

Lake Noziri, Lake Aoki, Lake Nakatsuna, Lake Kizaki and Lake Suwa, Province of Shinano.

Tokyo.

Lake Biwa.

Lake Ogura near Kyoto.

Genus **Ephydatia** LAMOUROUX.

This genus is distinguished from all others by the following characters:—

1. There are as a rule no true flesh-spicules (free microscleres), but immature gemmule-spicules often lie loose in the parenchyma. Microscleres with more than one main axis are always absent.

2. The gemmule-spicules consist of a cylindrical shaft that bears a well-defined disk or rotule at each extremity. The two disks of each extremity are equal or at any rate similar; their margins are indented, denticulated or serrated.

Only one Japanese species, with two varieties, can be assigned to this genus, namely *Ephydatia mülleri* (LIEBK.), an almost cosmopolitan sponge.

Ephydatia mülleri (LIEBK.).

1909, Weltner, Brauer's Süßwasserfauna Deutschlands XIX, p. 186, figs. 318-320.

The sponge forms more or less flat growths that are often thickened and irregularly nodular in the central region.

It is never very massive and never produces slender branches. The skeleton is compact but fragile. Vesicular cells ("bubble-cells") are always abundant in the parenchyma.

In the typical form the skeleton-spicules, which are always

at least moderately slender and sharply pointed, are densely spiny in the middle region but smooth at the extremities. There are no free microscleres. The gemmule-spicules are short and bear large terminal rotules, which are deeply and irregularly indented round the edge. The shafts are very little, if at all, longer than the diameter of a single rotule; they are usually quite smooth. The rotules are flat.

The typical form of the species, though it is known to occur in Japan (Tokyo and neighbourhood), has not been found in Lake Biwa, in which the following variety is found abundantly.

var. *japonica* (HILGENDORF), nob. comb. nov.

1909. *Ephydatia japonica*, Annandale, Annot. Zool. Japon, VII, p. 119, pl. II, fig. 3.

This variety only differs from the typical *E. mülleri* in having skeleton-spicules that are as a rule quite smooth and bear at most a few minute and scattered spines on the central region. Sometimes the birotulate spicules are arranged on the gemmule in several tiers, and not infrequently they have one rotule distinctly larger than the other.

From *E. fluviatilis* auct. the variety only differs in the presence of bubble-cells in the parenchyma and in the shortness of gemmule-spicules, while from *E. meyeri* (CARTER) only the latter character serves to distinguish it.

There has been much confusion between *E. fluviatilis* and *E. mülleri*, and the races of *E. fluviatilis* called *syriaca* and *himalayensis* described by Topsent and Annandale respectively seem to render the recognition of the two species more difficult and more uncertain.

E. mülleri is widely distributed in Europe and N. America and is represented in Lake Baikal in northern Asia by a form that seems to be more than an aberrant phase or variety. The variety *japonica* has been found in the Potomac River on the Atlantic side of N. America. In Japan it has been reported from Tokyo and Lake Aoki, Province of Shinano. In Lake Biwa it is abundant, and we have also seen specimens from following localities :—

Yanaidzu, Province of Rikuzen.

Lake Nakatsuna, L. Kizaki and L. Suwa, Province of Shinano.

A small pond at Yodo, and Osawa Pond near Kyoto.

At Okayama (Province of Bizen) and Hiroshima (Province of Aki) it has been found in the leading pipe of the city water-works.¹⁾

Genus **Heteromeyenia**, POTTS.

Heteromeyenia kawamurae ANNANDALE, sp. nov.

Pl. II, figs. 3.

This sponge is known to me only from two somewhat degenerate specimens taken on a single occasion. It is impossible, therefore, to give a detailed description of its external form that would likely be of permanent value. All that can be said is that the type-specimen appears to have consisted of a thin film giving rise to short anastomosing branches and that the colour in life was bright green.

The skeleton is very fragile. Its fibres are well-defined but slender and lacking in horny matter. They form a loose, irregular network.

The skeleton-spicules are small, relatively slender, sharply and gradually pointed, smooth or with a few minute scattered spines.

The free microscleres are minute, relatively very slender, irregularly spined and often bearing a few relatively long spines near the middle. These spicules are very scanty. The gemmule-spicules are not so strongly differentiated into two types as in some species of the genus. Indeed, there is little difference except in point of actual length. The shafts of the shorter spicules are, however, as a rule slightly stouter relatively than those of the larger ones. In both cases the shafts are straight, rather slender and either smooth or armed with but a few scattered spines of relatively large size. In the shorter spicules the shaft is about 3 to 5 times as long as the diameter of one rotule, while in the longer ones it may be as much as 10 times, though sometimes not

1) cf. Parker : Proc. Zool. Soc. London, 1913, Part IV, p. 973-976.

more than 7 times, as long as the rotule. It barely projects beyond it. The rotules are flat or nearly so in both cases. Their margins are deeply and irregularly serrated but the individual serrations are angular and rarely curved.

The gemmules are small, somewhat flattened and as a rule elliptical as seen from above. They are scattered in the interstices of the skeleton. The pneumatic layer is moderately thin. The foramen is protected by a stout curved tubule which expands somewhat at the distal extremity but is totally devoid of process.

Length of skeleton-spicule (average)0.296 mm.

Transverse diameter of skeleton-spicule (average)...0.011 mm.

Length of shaft of shorter gemmule-spicule (average) 0.042 mm.

Length of shaft of longer gemmule-spicule (average) 0.062 mm.

Greatest diameter of gemmule 0.86 mm.

Type. In the Biological Station at Ôtsu; a schizotype in the Indian Museum, Calcutta.

Locality. Ôtsu, L. Biwa (coll. T. KAWAMURA): Oct. 7, 1914.

I have much pleasure in naming this interesting species after T. Kawamura, my collaborator in other parts of the present paper, who discovered the only known specimens. *H. kawamuræ* is closely allied, in my opinion, to *Heteromeyenia* ("Carterius") *latitenta* (PORTS) from North America. The most striking difference lies in the structure of the foraminal tubule of the gemmule—a feature which is, however, regarded by many others as of generic importance.

II. Geographical.

The distribution of the different species of Spongillidae in Lake Biwa itself will be discussed in the third section of this paper, as it is essentially a bionomical rather than a geographical question. Precise data are not yet available for a discussion of the distribution of the Spongillidae in the Japanese Archipelago.

Of the seven species known from Lake Biwa two are as yet known only from the Main Island of Japan, namely *Spongilla semi-spongilla* (ANNANDALE) and *Heteromeyenia kawamuræ* ANNANDALE.

Both of these species have close Holarctic affinities, but the *Heteromeyenia* is perhaps more closely related to American than European forms; no species of the genus is yet known from Continental Asia.

It is possibly no more than fortuitous that while *H. kawamurae* is only reported as yet from Lake Biwa, *S. semispongilla* has been found also in Kasumi-ga-Ura on the Pacific coast of the Island, for the *Spongilla* is abundant wherever it occurs, whereas the *Heteromeyenia* is apparently rare.

One species (*Spongilla aspinosa*) has been found only in Lake Biwa and in a single locality in North America, if it be not identical with *S. sinensis* from Su-chau in Eastern China, with which it is at least closely allied. The species is evidently a rare one, or rather a very "local" form, and it is probable that it will be found in other countries also.

Three species are cosmopolitan, or at any rate have practically universal distribution in the Holarctic Zone, if not beyond its borders. They are *Spongilla lacustris*, *S. fragilis* and *Ephydatia mülleri*. Varieties of the first of these are known from India, Malaysia and possibly South America, as well as from many parts of Europe, N. America and northern Continental Asia; *S. fragilis* occurs in Australia as well as in the Holarctic Zone and is represented in Tropical Asia and South Africa by closely related forms, while *E. mülleri* is common in N. America and Europe and is replaced in India and Malaysia by *E. meyeri* (CARTER), which is perhaps no more than a subspecies. The variety *japonica* has hitherto been found only in Japan and in N. America, whence it has been recorded from a single locality, namely the Potomac River. Its distribution is therefore apparently somewhat similar to that of *S. aspinosa*. The seventh species (*Spongilla clementis*) has been found also in the Island of Luzon in the Philippine Archipelago and in south-western China.

The distribution of the seven species, therefore, casts, so far as it is known, but little light on the origin of the fauna to which they belong. All that we can say is, that the species are mainly Holarctic, exhibiting perhaps close affinities with North American

than with European¹⁾: that there is apparently an endemic Japanese element among them; and that one form is probably of eastern tropical origin.

A consideration of the genera and subgenera does not lead to any definite conclusion. *Spongilla* and *Ephydatia*²⁾ are cosmopolitan, while *Heteromeyenia* is mainly Nearctic. Two of the three subgenera into which *Spongilla* may be conveniently divided (viz. *Euspongilla* and *Eunapius*) are co-extensive in range with the genus, but *Stratospongilla*, the third subgenus, is mainly Ethiopian and Oriental and to a large extent tropical. Single species occurs, however, in Fiji and in South America.

On the whole, therefore, the genera and subgenera of Spongillidae represented in L. Biwa would merely suggest that the fauna of which they form a part is of somewhat mixed origin, mainly Holarctic, with perhaps Nearctic affinities, and with a certain endemic element, but also containing an element derived from the south and possibly of Oriental origin.

III. Bionomical.

Lake Biwa is partially separated into two regions by a pair of opposed promontories. These regions differ greatly in size and in the nature of the environment they offer to animal life. The smaller of the two is known locally as the South Lake, the larger as the North Lake. These names may be used conveniently if it be understood that there is a comparatively broad passage between the two "lakes." The South Lake is nowhere more than 30 Japanese feet (about 9 meters) in depth; the bottom is for the most part muddy, and there is a very profuse growth of water-weeds. The North Lake, which is far larger than the other, has, on the other hand, a depth of from 200 to 320 Japanese feet (60 to 97 meters) over the greater part of its area. The deepest depressions have a bottom of fine mud, and sponges are apparently

1) The sponges of the greater part of northern Continental Asia are still very imperfectly known.

2) Further study does not bear out the view that *Ephydatia* is unusually predominant in Japan (see Annandale, Annot. Zool. Japon., VII., p. 105).

absent from them, but a great part of the marginal region, to a depth of at least 150 feet in places, has a bottom of very fine gravel and coarse white sand, which does not support more than a scanty growth of weed. In both "lakes" there are places where the margin is stony.

The sponge-fauna of the two "lakes" differs considerably, though there is probably no species confined to either. Generally speaking, that of the South Lake is much the richer, *Spongilla lacustris*, *S. semispongilla* and *Ephydatia mülleri* var. *japonica* being the most abundant forms. *S. clementis*, on the other hand, is characteristic of the North Lake; it is only found in very pure water and avoids positions liable to complete or partial dessication.

It is probable that all the species in the fauna except *S. clementis* can live in water from 2 feet to at least 20 feet deep, but they are most abundant, in the cases in which they are abundant at all, in less than 10 feet of water. *S. clementis* usually lives at depth of from about 6 to about 150 feet, but has been found on Seta railway bridge and in the Kyoto water-works near the surface.

S. fragilis is most usually found attached to sticks and twigs that have fallen into the water or to the stem of reeds, but it also occurs on stones. In a small lake communicating with the main body of water at Komatsu on the western side, it is particularly common on reeds, often growing together with *S. lacustris*. The latter sponge is, however, perhaps most often found on stones near the edge and on the piers of landing-stages, particularly at the south end of L. Biwa. *S. semispongilla* grows both on stones and lightly attached to weeds that sway freely in the water, such as *Nitella*, *Myriophyllum*, etc. *E. mülleri* var. *japonica* occurs on stones, on dead bamboos and on other bodies that afford a smooth surface of some area. *S. clementis* spreads itself on the piers of landing-stages and the pillars of bridges, whether they be of wood or stone, and in its massive form is attached to the shells of molluscs and to small pebbles.

In some cases a definite correlation can be established between the nature of the object to which the sponge is attached and its external form, though in most species the general appearance of

the sponge is characteristic. No two species growing side by side in the same environment are liable to be confused, but often the same species may assume a very different appearance in different environments, sometimes even in an environment that seems, at any rate on a superficial examination, to be homogeneous. In this respect *S. clementis* is the most interesting sponge found in L. Biwa, but it may be conveniently considered from the point of view after others in which the environmental variation is less strongly marked.

S. semispongilla, as has already been pointed out, occurs in two very distinct phases, one of which is a mere film of very limited area, while the other forms a compact, shrub-like growth. The dwarf phase has been found only on the flat transverse leaves of water plants, but the bushy phase grows either on stones or on water-weeds with small leaves. A very profuse growth occurred in October and November, 1915, on stones near the edge of the lake close to the Ôtsu station. The sponge had much the appearance of the compact tufts produced by many rock-loving plants. *S. lacustris* produces when encrusting reed-stems much more delicate branches than it usually does when growing on stones and posts. The growth of *S. fragilis* on stones is always feebler than on cylindrical bodies. In the former position it is often found on the lower or protected surface and is thus the only sponge in the lake-fauna that shows any tendency to conceal itself either as a protection against sunlight, against mud, or against enemies. In some lakes (*e.g.* the Lake of Tiberias in Palestine) this tendency is well marked in the case of most sponges, so that a superficial examination would seem to indicate an almost complete absence of sponge-fauna, but in L. Biwa such species as *S. semispongilla*, *S. lacustris*, *S. clementis* and less commonly *E. mülleri* var. *japonica* are very conspicuous objects in calm weather. The absence of suspended silt in the water is probably responsible to a very considerable extent for this striking feature.

It is probable that the three phases of *S. clementis* are correlated, or may be correlated, in all cases with environment, but Phase I and Phase II are sometimes found growing together, and indeed

passing from the one to the other, on the same pillar. Phase I may, therefore, be no more than a young form of Phase II, but in places where a strong current passes the point of attachment it is probable that the thinner phase persists.

A remarkable variation in colour, correlated to some extent at any rate with environment, occurs in these two phases. On the stone pillars of Seta railway-bridge, which is largely built of iron, the sponge has invariably a yellowish tinge, while on the wooden pillars of a landing-stage only a few hundred yards away it is dark grey or almost black. The colour in the latter case is due to minute blackish particles in the cells of the parenchyma, but their nature has not been investigated. On the wooden piers of Katata landing-stage, on the other hand, the sponge varies from almost white to bright green in colour and is sometimes greyish and sometimes brownish. The green colour is due to symbiotic algae and may be brought about by infection from *S. lacustris* or *S. semispongilla*. It is noteworthy that the algae are confined in the more massive specimen of *S. clementis* to the superficial parts of the sponge, whereas in thin encrusting examples they permeate the whole organism except the dermal layer.

The correlation between external form and environment is much more definite in Phase III. of *S. clementis*. Here the small but massive growths are produced only on bodies too small to admit of a spreading out of the sponge, and for the most part capable of movement in comparatively deep water. In most cases these bodies are the shells of living molluscs, but sponges of the same type are also found on small stones. We will discuss the precise nature of the relation between the sponge and the molluscs later. Here we may point out again (see page 10) that the strong development of the exhalant system and the large calibre of the oscula and the main exhalant canals is correlated with the comparatively large size of the particles of silt or gravel by which the sponge is liable to be overwhelmed, and is exactly comparable to the same phenomenon in the Palestine species *Cortispongilla barroisi* (Topsent).¹⁾ This species lives in a lake (the Lake of Tiberias) the

1) Journ. As. Soc. Bengal, (n.s.) IX, p. 67, Pl. II, Fig. 1, Pl. IV, Fig. 4 (1913).

greater part of which has a muddy bottom, but is found only in one part of the lake, where the mud is washed away by the currents of the R. Gordam passing through the lake, and sweeping clean a bed of fine gravel not unlike that on which Phase III of *S. clementis* is commonly found in L. Biwa. In both the species minute stones are found imbedded in the sponge and covered with a horny laydr, evidently secreted to protect the soft parts from contact with them. This proves not only that the sponge engulfs and has difficulty in expelling such particles, but also that their presence is undesirable.

Although Phase III of *S. clementis* is abundant on the Corbicula-beds of the North Lake, we did not find it in its full development on them in the South Lake. On the beds in the latter, small thin encrusting specimens were, however, occasionally seen on Corbicula-shells. The fact is noteworthy, because some of the richest of the beds in L. Biwa lie close to Seta bridge, on which the less massive phases of the same sponge grow luxuriantly. The absence of the massive phase in this region may be correlated with the greater impurity of the water in the neighbourhood of very luxuriant aquatic vegetation. It is not wholly due to the more muddy character of the bottom, for the sponge is very common off Hikone and in the channel between the Island of Okinoshima and the main land, in both of which places the bottom is of a somewhat mixed character composed both of larger and finer particles.

The colour of the third phase of *S. clementis* varies somewhat on different kinds of bottom. When the bottom consists of coarse sand or fine gravel it is almost white, while a mixture of sand or gravel with fine mud produces a greyish tinge. If grey sponges are kept, however, for a few days in a vessel of clean water they become quite white, thus showing that the grey tint is due to the absorption of microscopic particles of mineral matter.

Seasonal variation is a marked feature of several of the sponges of L. Biwa. Only its grosser manifestations have as yet been investigated, but the cytological changes promise a rich field for inquiry, which we hope will not be neglected in the future.¹⁾

1) cf. Weltner: Arch. Naturg. Berlin, LXIII, P. 273 (1907).

In summer the phase of *S. clementis* that occurs on stones in the lake is a somewhat peculiar one, more massive than is usual in the species and having large round oscula, the main exhalant canals connected with which are usually of small calibre and somewhat deeply buried. The surface is often somewhat nodular, but there are no branches. Towards the end of summer or in early autumn the sponge begins to increase its superficial area by spreading out in a thin layer. At the same time slender, elongate branches begin to grow out from the surface, while the oscula formed in the peripheral, younger parts are smaller, and the canals opening into them more superficial than in the more massive central region.

Changes of a similar nature, but much less pronounced, occur in all the commoner, shallow-water species so far as the external appearance of the sponge is concerned, and it is possible that the dwarfed phase of *S. semispongilla* is no more than an arrested summer form.

It is in *S. clementis*, however, that the most remarkable seasonal change has been observed. In this species it is the structure of the skeleton rather than the external form that is affected, the winter growth having a much more diffuse and open network than that produced in summer and autumn. In many sponges of this species the change seems to be gradual and specimens are to be found, especially in the latter part of autumn, that have the laxer skeletal structure throughout their substance. Specimens also occur, however, in which the change is quite abrupt and the sponge can be seen even by the naked eye to consist in vertical section of two quite distinct layers, the uppermost of which has the skeleton-fibre much more widely separated than the lower layer (Pl. I, Fig. 8). Such sponges have only been found in winter. As sexual reproduction takes place freely in this species from about the middle of September to the middle of October, it seems probable that the majority of the parent sponges die and disintegrate after breeding, that the young sponges which grow up from larvae in autumn do so with considerable rapidity and have a delicate skeleton consisting of comparatively few spines, and that the sponges which do not

breed or which survive breeding continue their growths on similar lines to their or their neighbours' autumnal offspring.

It is not possible to lay down any definite rules as to the dates on which these seasonal changes occur. It is probable, indeed, that they are influenced not only by actual temperature, which of course varies from year to year, but also by other factors in the environment and possibly by individual idiosyncrasy on the part of the sponge. Generally speaking, however, it is clear that, just as the seasons are somewhat later in Japan than they are in northern and central Europe, so the fresh-water sponges are somewhat later in attaining their full development, which rarely occurs in L. Biwa before September or the latter part of August.

This lateness of growth is illustrated in particular by the production of gemmules, if a general statement is permissible—for here again other questions but those of temperature and season intrude themselves. All the species, moreover, do not produce gemmules simultaneously. Speaking quite generally, it is safe to say that *S. lacustris* is as a rule the latest to do so, and *S. semispongilla* perhaps the earliest. * We noticed in the autumn of 1915 that gemmules were already being produced commonly in the latter species as early as the beginning of October, whereas as late as the beginning of November there was as yet no rudiment of them visible with the aid of a hand-lens in *S. lacustris*. Another specific difference of the same kind was demonstrated in a remarkably clear manner in the small lake at Komatsu on the west side of L. Biwa at the latter date. In this lake, which is connected with the main body of water by a narrow channel, we obtained numerous specimens in which either *S. lacustris* or *S. fragilis*, or the two species together, coated the stems of reeds (Pl. I, Fig. 10). While in *S. lacustris* there were no gemmules and vegetative growth was evidently still active, *S. fragilis* invariably contained a large number of these reproductive bodies and in some cases was already completely degenerate, the sponge-substance in extreme examples having almost completely disappeared, leaving a pavement-layer of gemmules with remains of the bare skeleton clinging to the reed-stem.

In *S. elementis*, remarkable in this respect as in so many others, the production of gemmules does not appear to be a seasonal event, but to be brought about by the physiological changes, as to the nature and cause of which we have as yet no precise information. All that we can say is, that out of many hundreds of specimens of this species, only two which were taken in a single haul of the net in the first week of October contained gemmules; that both were attached to living shells of *Corbicula*, and that in both of them the sponge was completely degenerate.

As to sexual reproduction in the Spongillidae of L. Biwa we have little precise information, except that larvae are produced in great abundance by *S. elementis* in the latter part of September and the first half of October, and more sparingly at the beginning of November. It is probable that this is the case also in other species as there appears to be a somewhat luxuriant new growth, in particular of *S. semispongilla*, at this time of year.

The bionomical relations between fresh-water sponges and other organisms are still for the most part imperfectly understood. In L. Biwa a small Oligochaet worm of the genus *Chaetogaster* is not uncommon in the canals of *S. semispongilla* growing on weeds in the South Lake. Apparently it avoids *S. fragilis* in close proximity and, unlike *Ch. spongillae* ANNANDALE¹⁾ (which lives only in dead or dying sponges), is found in specimens in full vegetative vigour, even before the appearance of gemmules. S. Matsumura has described an interesting Heteropteron (*Aphelocheirus kawamurae* MATSUM.)²⁾ as yet found only in a cavity on the surface of the semi-massive phase of *S. elementis* collected at Seta, while we noticed a suctorial Protozoon (*Sphaerophrya* sp.) abundant on the dermal membrane and a small Gammarid in the canals of the massive form of the same species gathered off Komatsu in November, 1915. This phase of the species, although it sometimes grows on small stones, is so frequently attached to the shells of molluscs of the genera *Corbicula*, *Nodularia*, *Melania* and *Vivipara* that it is known to the fisherman at several places as *Kai-no-kuso*, or molluscs' excreta.

1) Journ. As. Soc. Bengal. (n.s.) II, p. 189 (1903).

2) Entomol. Mag. Japan, Vol. I, No. 3, p. 104 (1915).

The relations between the sponge and the molluscs to which it attaches itself are clearly those of parasite and host. The Lamellibranchs on which we observed the phenomenon most commonly were *Corbicula sandai* and *Nodularia reiniana*. Both these species live with the blunter anterior end of the shell buried in the sand and the more pointed posterior extremity protruding therefrom. It is naturally to the latter extremity that the sponge attaches itself. Its growth is always at first restricted to a single valve and as long as the mollusc can prevent it, by the currents of water it ejects from time to time, from spreading to the other shell, it is unable to injure the animal greatly, except in so far as it may impede its movements. As the sponge is often several times as large as the shell, it may possibly, however, cause inconvenience in this respect. Sometimes, especially when the host is a relatively large *Nodularia*, a cavity is formed near the base of the sponge where it arches over the siphonal orifice of the mollusc, and we have observed specimens in which this had occurred and in which larvae, doubtless produced by the same sponge, had settled down and undergone their metamorphosis on the other valve of the shell. Sooner or later, at any rate in the case of *Corbicula*, the sponge manages to bridge over the space between the two valves, and then the fate of the mollusc is sealed. We have, however, observed an individual of *C. sandai* in which the siphonal orifice was completely covered by the growth of a sponge about three times as large as the shell, but which yet remained not only alive but capable of movement. Doubtless its inhalation and exhalation of water took place through the sponge's canal system. This condition of affairs could not persist for long, as the sponge secretes a very thick horny membrane at its base if irritated.

The two other molluscs on which *S. clementis* most commonly grows are *Vivipara sclateri* and *Melania multigranosa*. In the case of the former, in which the natural position of attachment is the upper surface of the largest whorl; but in the *Melania*, which as a rule holds its shell transversely, the position is near the middle of the upper surface. In both cases the sponge spreads first over the upper surface of the shell and then gradually round its sides, and

finally over its lower surface, thus at last completely enclosing it. We have noticed many specimens of *Melania* which still remained alive and able to progress with some speed, although their shell were completely covered and the living parts of the animal could only be extended through a small aperture in the sponge. Molluscs in this position moved with a curious jerky action, bearing a sponge-mass several times as large as themselves. As in the case of the Lamellibranchs, however, the mollusc is finally overwhelmed. In both cases, the sponge, as the body of its host decays, spreads out over the inner surface of the shell, doubtless absorbing the decaying body as it does so. *S. lacustris* in L. Biwa sometimes attaches itself to living individuals of *Vivipara* and *Melania* and grows round them in the same way (Pl. I, Fig. 3), and a similar phenomenon has been observed in the case of both of Spongillidae and of Suberitidae in India¹⁾ and elsewhere.

The free spherical specimens of *S. clementis* may originate in one of the two ways: either they may have broken loose from pebbles or shells, or they may have completely covered the hard bodies to which they were originally attached. In the former case the original point of attachment is indicated by a closer reticulation of the superficial skeleton. We have found a perfectly free spherical specimen, however, that was less than 1 cm. in diameter, had no hard extraneous core and no such differentiation of the skeleton, and it seems possible that the sponge may have been free from a very early stage of growth.

The largest specimen of *S. clementis* that we found attached to molluscs were some that we took off Komatsu in November, 1915, on the comparatively large shells of *Anodonta calipygos*. They were intermediate in form between Phase II and III of the species. With them we found similar specimens spreading irregularly over a bottom of small stones. We have already noted that at Seta the sponge occasionally attaches itself to *Corbicula*-shells without being able to form more than a fine crust of small dimensions.

1) Annandale, Mem. Ind. Mus. V, p. 41 (1915).

Summary.

I. We have examined specimens of seven species of Spongillidae from L. Biwa, of which one (*Heteromeyenia kawamurae*) is described above as new.

II. The majority of the species are widely distributed Holarctic forms, but one (*Spongilla clementis*) is probably of Oriental origin.

III. The distribution of the species in L. Biwa is correlated with definite differences in environment, and several forms, more particularly *S. clementis*, differ considerably in different surroundings.

IV. The sponges of L. Biwa attain their full growth as a rule somewhat later in season than those of Europe. The production of gemmules is also somewhat retarded, but the exact season differs slightly in different species. No form, so far as we are aware, produces gemmules at the beginning of the hot weather.

V. *S. clementis* gives shelter on its surface or in its canals to several incolae of different groups, but its precise relation with them are still obscure. It often grows on the shells of several Gastropods and Lamellibranchs and finally overwhelms and probably absorbs the body of the molluscs, the relationship in this case being that of parasite and host.

Ôtsu, December 1915.

N. ANNANDALE AND T. KAWAMURA

THE SPONGES OF LAKE BIWA.

PLATE I.

Explanation of Pl. I.

- Fig. 1. *Spongilla lacustris* encrusting stone. L. Biwa, July 1915. $\times \frac{2}{3}$
- Fig. 2. „ with vertical branches L. Biwa July 1915. $\times \frac{1}{2}$
- Fig. 3. „ catching living *Viripara sclateri*. L. Biwa, July 1915. $\times \frac{2}{3}$
- Fig. 4. *Spongilla semispongilla* growing on stones. L. Biwa, Sept. 1915. $\times \frac{2}{3}$
- Fig. 5. *Spongilla clementis*. Phase I, a thin film on a wooden pillar. L. Biwa, Oct. 1915. $\times \frac{2}{3}$
- Fig. 6. *Same*. Phase II, a more massive growth on the same. L. Biwa, Oct. 1915. $\times \frac{2}{3}$
- Fig. 7. *Same*. Phase III, a spherical growth on the shell of living *Nodularia reiniana*. L. Biwa, Oct. 1915. $\times \frac{2}{3}$
- Fig. 8. *Same*. A vertical section showing abrupt change in skeletal structure. Dec. 1914. $\times 1$
- Fig. 9. *Spongilla fragilis* covering an old bamboo stick. Oct. 1914. $\times \frac{2}{3}$
- Fig. 10. *S. lacustris* and *S. fragilis* growing together on the stem of reeds. Small lake at Komatsu, Nov. 1915. $\times \frac{2}{3}$



Nelson Amundale and Tamiji Kawamura: The Sponges of Lake Biwa.

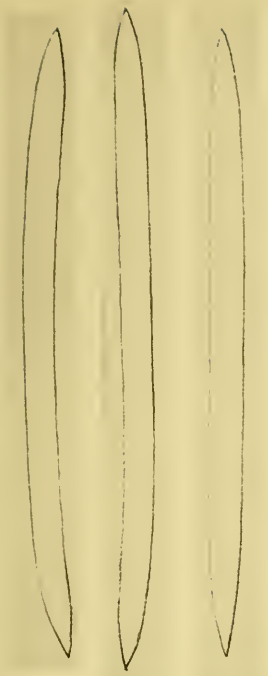
N. ANNANDALE AND T. KAWAMURA :

THE SPONGES OF LAKE BIWA.

PLATE II.

Explanation of Pl. II.

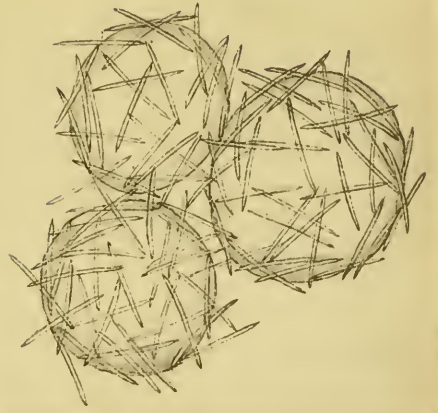
- Figs. 1, 1a. *Spongilla aspinosa*.
Fig. 1. Skeleton-spicules. $\times 300$.
Fig. 1a. Microscleres. $\times 300$.
Figs. 2, 2a, 2b. *Spongilla clementis*.
Fig. 2. Gemmules and skeleton-spicules. $\times 50$.
Fig. 2a. Skeleton-spicules. $\times 300$.
Fig. 2b. Gemmule-spicules. $\times 300$.
Figs. 3, 3a, 3b, 3c *Heteromeyenia kawamurai*.
Fig. 3. Gemmule. $\times 70$.
Fig. 3a. Skeleton-spicules. $\times 300$.
Fig. 3b. Free microscleres. $\times 300$.
Fig. 3c. Gemmule-spicules. $\times 300$.



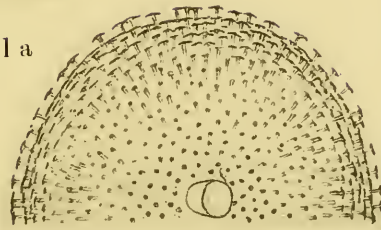
1



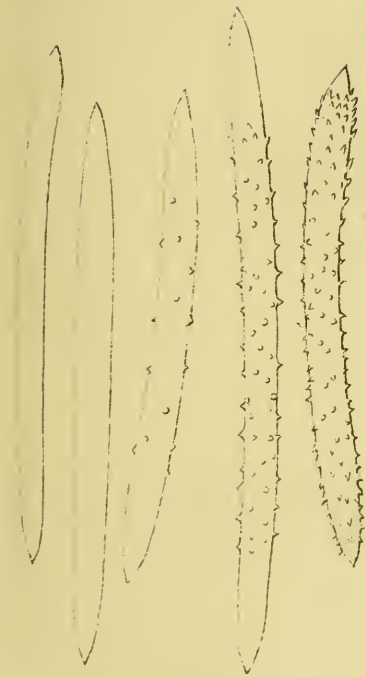
1 a



2



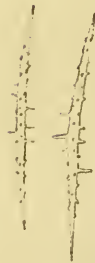
3



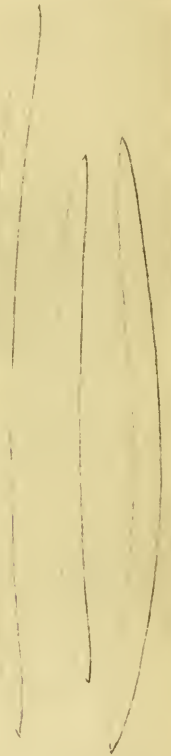
2 a



2 b



3 b



3 a



3 c

Über das Auftreten der Verbänderung bei *Pharbitis hederacea* Chois.

Von

Yasuké YAMAGUCHI, *Rigakushi.*

Mit 2 Tafeln und 3 Textfiguren.

I. Einleitung und Literarisches.

Die Verbänderung ist eine schon in früheren Zeiten beobachtete Monstrosität. Die meisten diesbezüglichen älteren Abhandlungen waren jedoch nur morphologische Beschreibungen fasziiert Exemplare, und wenn sich auch einige Autoren bemühten, die Ursache der Verbänderung zu erklären, waren die Ansichten entweder rein phantasiemäßige oder wenigstens nur auf makroskopische Beobachtungen begründete. Wir stehen jedoch in der Zeit, welche uns die Monstrosität als solche nicht zu übersehen erlaubt. Deshalb haben sich in neuerer Zeit mehrere Forscher, wie DE VRIES (27, 28, 29),* NESTLER (19), LOPRIORE (14, 15), REED (20), STREITWOLF (26), WORSDELL (34), HUS (9), LAMARLIÈRE (13) und andere bemüht, vor allem die Ursache der Verbänderung von verschiedenen Gesichtspunkten aus zu erklären. Das ist auch der hauptsächlichste Zweck meiner Untersuchungen.

Ehe ich aber auf meine Untersuchungen und ihre Resultate selbst eingehe, will ich die wichtigsten Werke über die Ursache der Verbänderung besprechen. Der Übersichtlichkeit wegen werde ich die betreffenden Literatur in drei Gruppen einteilen.

(1) Die erste umfaßt die Werke, welche die Erscheinung der Verbänderung aus zu reichlicher Nahrungszufuhr oder aus abgeschwächter Lebenstätigkeit erklären. MEEHAN (16), RUSSEL (21), DE VRIES (30), HUS (9), MEZZANA (17) usw. nehmen als Ursache reichliche Nahrungszufuhr an. MEEHAN (16) aber

* Die Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

bringt auch einige Beispiele, bei welchen die Verbänderung aus abgeschwächter Lebenstätigkeit entstanden sein soll.

MEEHAN ist der Ansicht, daß die blühenden Sprosse einer Pflanze im Verhältnis schwächer sind, als sie sich vom weiblichen Geschlecht entfernen, und daß die männlichen Blüten ihre Entstehung abnehmender Lebenstätigkeit verdanken. Zufällig begegnete er einigen verbänderten Exemplaren, welche entweder große Staubgefäße, aber mangelhaft entwickelte Fruchtblätter hatten, oder bloß männliche Blüten oder auch gefüllte Blüten, welche aber keine Früchte brachten.

DE VRIES (30) nimmt an, daß überall, wo äußere Einflüsse die Verbänderung oder Anomalien im allgemeinen hervorrufen, die latente Anlage dazu vorhanden sein muß, zeigt jedoch auch, daß gute Ernährung durchaus erforderlich ist, die Verbänderung in Erscheinung treten zu lassen.

(2) Die zweite Gruppen enthält die Werke, welche die durch Verwundung hervorgerufene Verbänderung behandeln, d. h. wenigstens sehen die Forscher die Ursache der Verbänderung in der den Versuchspflanzen zugefügten Verwundung. Zu diesen gehören GOVERTS (7), RUSSEL (21), LOPRIORE (14), BORRÁS (3), LAMARLIÈRE (13), REED (20) und andere.

Im Jahre 1899 versuchte LAMARLIÈRE (13) die Fasziation willkürlich hervorzubringen. Er erhielt verbänderte Zweige und Infloreszenzen an *Barkhausia taraxacifolia* durch wiederholtes Abschneiden der Triebspitze. Doch können wir leicht ersehen, daß das Abschneiden der Triebspitze nicht immer die Verbänderung zur Folge hat. Er selbst hat im Freien, besonders an *Angelica silvestris*, deren Triebe er wiederholt verstümmelte, zwar Anomalien, aber keine Fasziation beobachtet.

REED (20) veröffentlichte neuerdings das Resultat seiner Forschungen. Er kommt zu folgenden Ergebnissen. Bei epigealen Typen sind durch Köpfung keine, aber bei hypogealen Typen leicht faszierte Formen zu erhalten. Bei den hypogealen Typen hängt die frühe Entwicklung merkwürdig stark von den Reservestoffen der Keimblätter ab.

(3) Die dritte Gruppe enthält die Arbeiten, welche die Frage

behandeln, ob die Verbänderung die Verbreiterung eines einzigen Stengels ist, oder die Verwachsung mehrerer Sprosse. Zu diesen gehören WARMING (33), NESTLER (19), GAGNEPAIN (5), JACOBASCH (10), BUCHENAU (4), WORSDELL (34), HINCKS (8), STREITWOLF (26) und andere.

HINCKS (8) war der Ansicht, daß die Fasziation durch das Verwachsungsprinzip erklärbar ist, indem viele überernährte Knospen auf engem Raum zusammen gedrängt vorkommen, besonders wenn dies von Hemmung oder Verletzung begleitet ist.

Nach BUCHENAU (4) beruht die Fasziation auf einer flachen Ausbildung des Vegetationskegels. Häufig verwachsen dann auch noch die zweizeilig angeordneten Seitentriebe mit dem Haupttriebe. Allein den ersten Anstoß zur Verbänderung gibt jene Ausbildung des Vegetationskegels.

Durch die anatomischen Untersuchungen NESTLERS (19) wurde uns genaue Aufklärung über die Struktur der verbänderten Stengel gegeben. Er hat sich ein großes Verdienst dadurch erworben, daß er seine Untersuchungen auf den Vegetationskegel beschränkte. Er fand eine ununterbrochene, teils wellenförmige, teils gerade, aus gleichwertigen Zellen zusammengesetzte „Vegetationslinie“ⁱ⁾ woraus er schloß, daß die Fasziation nicht eine Verwachsung mehrerer Achsen, sondern nur die Verbreiterung einer einzigen, normalen, zylindrischen Achse ist, welche aus bisher unbekannten Ursache durch eigentümliche Veränderung des Vegetationsscheitels entsteht.

Nach dem morphologischen Prinzipie WORSDELLS (34) ist die Verbänderung eine Zwischenstufe von „negative dédoublement“ⁱⁱ⁾ und „positive dédoublement“ⁱⁱⁱ⁾ indem die Struktur des jüngeren Stadiums der faszierten Pflanze den Einfluß der ersten Tendenz, und die des älteren Stadiums den der zweiten zeigt. Als die mechanische Ursache, die diese intermediale Gestalt hervorruft, nimmt er den „growth centres“^{iv)} – Begriff CHURCHS^{iv)} an. Die Verbänderung, die durch Überernährung hervorgerufen worden ist,

i) nach NESTLER (19).

ii) u. iii) nach WORSDELL (34).

iv) zit. in WORSDELL (34).

ist ihm nichts anderes als eine pathologischer Zustand; denn der Überschuß der Nahrungszufuhr hat ein hypertrophisches Wachstum zur Folge und dieses zerstört die ganze Bilanz der Organismen.

Zum Schluß ist die neulich veröffentlichte Arbeit STREITWOLFS (26) zu erwähnen. Er kommt durch seine vergleichenden morphologischen und anatomischen Untersuchungen zu denselben Folgerungen wie NESTLER.

Trotz der großen Anzahl von Arbeiten, die die Ursache der Verbänderung von verschiedenen Gesichtspunkten aus zu erklären versuchen, ist es jedoch bislang noch nicht gelungen, eine bestimmte Ursache festzustellen. Um zur Kenntnis der Erscheinung der Verbänderung einiges beizutragen, führte ich die vorliegenden Untersuchungen auf Anregung und unter Leitung der Herren Professoren Dr. M. MIYOSHI und Dr. K. SHIBATA im Laufe der Jahre 1913 u. 14 im Botanischen Institute der Kaiserlichen Universität zu Tokio aus. Es sei mir gestattet, auch hier meinen hochverehrten beiden Lehrern meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

II. Beschreibung der Versuchspflanze.

Als Versuchspflanze wählte ich *Pharbitis hederacea* CHOIS., deren Samen zum Teil aus dem Botanischen Garten der Kaiserlichen Universität zu Tokio, zum Teil von einem Händler in Tokio stammt. Diese Samen wurden Anfang Mai 1913 zunächst nur zu dem Zwecke auf die Erde ausgesät, um möglichst viele Samen für die weiteren Kulturversuche zu bekommen.

Zunächst will ich die morphologischen Eigenschaften meiner Versuchspflanze erwähnen. Ich stütze mich dabei nicht nur auf meine damaligen Beobachtungen, sondern auch auf die bei meinen späteren Versuchen gesammelten.

Der Stengel: Der Stengel erreicht, wie es bei faszierten Formen gewöhnlich der Fall ist, nicht die normale Höhe, selbst wenn er auch nur wenig verbändert ist. Er verbreitert sich bis zu 5 cm und darüber, erreicht aber in all diesen Fällen selten die Höhe von 50 cm. Beträgt dagegen die Verbänderung nur höchstens 1 cm, dann erreicht der Stengel oft eine Höhe von 1—2 m.

Die Äste, die entweder normal oder verbändert sind, verzweigen sich merkwürdigerweise immer in der Ebene ihres verbreiterten Stengels und niemals, so weit ich konstatieren konnte, rechtwinklig zu dieser Ebene.

Bei allen Exemplaren ist eine feine Leistenbildung auf der Oberfläche des Stengels eingetreten, so daß sie der Länge nach geriefelt erscheint. Unabhängig von dieser Leistenbildung laufen in der Längsrichtung des Stengels abwechselnd die feinsten grünen und farblosen Linien. Nach anatomischer Untersuchung sind diese Linien entweder chlorophyllfreie oder chlorophyllhaltige mehrfache Zellenreihen der hypodermalen Schichten. Bisweilen befinden sich diese Linien in einer merkwürdigen Anthocyانبildung, die aber immer nur in den chlorophyllhaltigen Zellen stattfindet.

Die normalen Äste des verbänderten Stengels oder die normalen Stengel, welche aus den Samen der faszierten Arten gewonnen sind, sind auch mit jene Linien gestreift, aber schraubenförmig linksdrehend. Diese Tatsache zeigt deutlich, daß bei der normalen Sprosse dieser Arten die Sprosse selbst gedreht sind, wie das auch bei der faszierten Sprosse öfters der Fall ist.

Das Blatt: Die Blätter sind sehr zahlreich, aber kleiner als normal. Die Blattstellung¹⁾ ist sehr unregelmäßig. Fast alle Blätter zeigen die Panachierung, wobei man deutlich drei Farbdifferenzen unterscheiden kann: weiß, gelb und hellgrün.

Der Blattstiel ist besonders an der Basis des Stengels länger und breiter als bei der normalen Pflanze. Auch die auf der Oberfläche des Blattstiels laufende Furche ist verbreitert. Jene grünen und farblosen Streifen laufen nach den Blattstielen, was mir auf eine bestimmte Beziehung zwischen den Streifen und der Buntblättrigkeit hinzudeuten scheint.

Die Blüte: Die Blüten, welche hier zahlreicher als auf normalen Exemplaren vorhanden sind, haben unregelmäßig geteilte Kronenblätter und bisweilen weniger Staubgefäße oder gedrehte

1) SCHWENDENER studierte die Blattstellung des verbänderten Stengels von *Fritillaria imperialis* (23). An meiner Versuchspflanze sind keine genauen Untersuchungen darüber ausgeführt worden.

Fruchtblätter. Bei den von mir untersuchten Pflanzen überwogen bei verbändertem Stengel oder bei normalen Zweigen des verbänderten Stengels die Exemplare mit 4 Staubgefäßen, während diese Blüten normalerweise 5 haben. Meine Untersuchung ergab:

I. unter 155 untersuchten Blüten von verbänderten Stengeln :

2 Blüten mit 2 Staubgefäßen			
43	„	„	3 „
63	„	„	4 „
46	„	„	5 „
1 Blüte	„	6	„

II. unter 145 untersuchten Blüten von normalen Zweigen verbänderter Stengel :

2 Blüten mit 2 Staubgefäßen			
35	„	„	3 „
59	„	„	4 „
48	„	„	5 „
1 Blüte	„	6	„

Dabei trat noch eine andere merkwürdige Erscheinung zu Tage. Auf den normalen Zweigen verbänderter Stengel fanden sich weit mehr gedrehte Blüten als auf dem verbänderten Stengel. Diese Tatsache scheint mir, in Beziehung zu der Tatsache zu stehen, daß die runden Zweige des verbänderten Stengels immer linksdrehend sind.

Die Narbe ist bei verbänderten Stengeln schmal und dreilappig, beim normalen dagegen stehen die drei dicken Lappen so dicht zusammen, daß sie ein vollständiges Kügelchen bilden. Die eine Ursache, weshalb die verbänderten Arten dieser Pflanze bezüglich ihrer Befruchtungsfähigkeit schwächer sind, kann man in diesem Unterschiede der Narben beider Formen suchen. Eine andere Ursache ruht wahrscheinlich in den unvollkommenen Pollenkörnern. Außer stark abweichender Pollengröße sind öfters sterile Pollen zu beobachten.

Bei meiner Gewächshauskultur erreichte es sich öfters, daß verbänderte Griffel und Blütenstände einander begleiteten. Diese befanden sich immer am Stammscheitel. Deshalb war diese

Erscheinung nur an den Endblütenknospen zu beobachten. Zum Beispiel hatte ein Exemplar 12 Kelche, 11 Staubgefäße und 2 Griffel, deren einer verbändert war. Ein anderes Exemplar hatte 11 Kelche, achtlappige Kronenblätter, 8 Staubblätter und 1 Griffel, welcher an der Basis verbändert war, und dessen Spitze sich zu 2 normalen, linksgedrehten Griffelchen verzweigte. Sowohl diese beinahe doppelte Anzahl von Kelchen, Staubblättern und Griffeln, als auch die eingebuchtete Gestalt sämtlicher Kronenblätter, zeigt deutlich, daß solche Blüten durch Adhäsion von 2 oder 3 Blüten entstanden sind.

Die Wurzel: An der Wurzel konnte ich keine morphologischen Veränderungen beobachten.

Beiläufig will ich hier einiges, was ich in japanischen Büchern über die fasziierten Formen von *Pharbitis hederacea* Choisy. gefunden habe, einfügen.

Bereits in dem im Jahre 1815 veröffentlichten „Kwadan-asagawo-tsū“ⁱ⁾ ist eine einfache Abbildung von verbänderten *Pharbitis hederacea* Choisy. zu finden. Die Breite des Stengels ist etwa 2 cm, nach der Spitze allmählich schmaler werdend. Sie ist mit ziemlich wenigen Blättern versehen.

Im „Asagawo-sō“ⁱⁱⁱ⁾ von 1817 kann man 3 Exemplare finden, deren Blätter klein und zahlreich und deren Blüten klein sind. In den Schlußbemerkungen heißt es merkwürdigerweise, daß es unzweckmäßig ist, die Verbänderung durch Samen von verbänderten Exemplaren zu erhalten zu versuchen, da Verbänderungen aus dicken Formen oft unvermittelt hervortreten.

Ein Jahr später—also 1818—wurde ein Exemplar, welches auch mit kleinen zahlreichen Blättern und kleinen Blüten versehen war, im „Kengiukwa-mizu-kagami“ⁱⁱⁱ⁾ gezeichnet. In den Schlußbemerkungen kann man lesen, daß die Blätter und Blüten der fasziierten Exemplare sehr abweichend seien, und daß es ohne Hilfe von Mutterpflanzen sehr schwierig sei, Verbänderung aufzutre-

i) von KOTENDŌ-SHŪJIN. Bd. II, S. 74.

ii) von SHIJU-AN. Bd. I, SS. 16 u. 50; Bd. II, S. 64.

iii) von SHŪSUI YŌZUMI, Bd. I, S. 50.

ten zu lassen. Schon in dieser Zeit also war die Erbllichkeit der Verbänderung deutlich erkannt.

Außerdem sind im „Santo-itchō“ (1848)ⁱ⁾, im „Asagawo-sanjūrokkwasen“ (1753)ⁱⁱ⁾ und im „Tohi-shūkiō“ (1854)ⁱⁱⁱ⁾ fast gleiche Exemplare abgebildet zu finden.

Erst im „Ryō-chi-shū“ vom Jahre 1855^{iv)} fand ich ein mit Buntblättern versehenes Exemplar. Die Erscheinung fünf- oder sechseckiger, statt trichterförmiger, Blüten war schon an den fasziierten Formen im Jahre 1818^{v)} beobachtet worden.

Aus diesen Bemerkungen ist zu ersehen, daß auch die Fasziation von *Pharbitis hederacea* CHOIS. anfangs plötzlich auftritt und sich durch Vererbung fixieren läßt, wie das bei den meisten fasziierten Pflanzen der Fall ist.

III. Kulturversuche.

Ich hatte die Kulturversuche in der kalten Zeit des Jahres zu beginnen, da ich von den Pflanzen, welche zu dem Zwecke kultiviert worden waren, möglichst viele Samen zu erhalten, erst Ende Oktober 1913 die nötige Zahl von Samen sammeln konnte. Deshalb bediente ich mich der Wasserkultur und daneben zum Vergleich gleichzeitig der Sandkultur im Gewächshause. Das hatte verschiedene Vorteile. Erstens konnte ich dadurch eine ungleichmäßige Verteilung der Nährstoffe und der Feuchtigkeit vermeiden. Beim Wasserkulturversuch A, welcher von Dezember 1913 bis Februar 1914 dauerte, konnte ich leider eine ungenügende Beleuchtung und Erwärmung nicht vermeiden. Zweitens konnte ich dabei feststellen, ob die bisherigen Erdkulturergebnisse von denen der Wasserkultur abwichen oder nicht.

Die Wasserkultur wurde in der üblichen Weise ausgeführt. In ein Kulturgefäß wurden gewöhnlich 4 Keimlinge gesteckt. Als Kulturflüssigkeit wurde Knopsche Lösung benutzt.

i) VON TOMEJIRŌ NARITAYA, Bd. III, SS. 10 u. 24.

ii) VON BANKWA-EN, S. 10.

iii) VON TOMEJIRŌ NARITAYA, cit. im „Asagawo-baiyōzensho“ (1895) VON KYŪTARŌ KADZUMÉ, S. 119.

iv) VON TOMEJIRŌ NARITAYA, S. 20.

v) „Kengiukwa-mizu-kagami“, (l. c.)

Für die Sandkultur bediente ich mich des Quarzsandes, welcher mit etwa 20% igem HCl für 24 Stunden behandelt und dann mit Leitungswasser gewaschen wurde, bis fast keine Spur von HCl mehr erkennbar war. Der so behandelten Sand wurde in ca. 200 ccm fassende Töpfchen getan.

Schließlich scheint es mir noch wichtig zu sein, hier einiges über die individuelle Verschiedenheit der Keimgeschwindigkeit und über die Keimlingsauslese hinzuzufügen. Die zuerst gekeimten Keimlinge wuchsen im allgemeinen auch später noch schneller als die später gekeimten. Dies ist unvermeidlich (12). Ich wählte daher immer die kräftigsten und künftige Verbänderung andeutenden Keimlingen aus. Ich nahm gleichzeitig stets so viele Keimlinge wie ich Kulturgefäße hatte oder ein Mehrfaches dieser Zahl, wenn im Sägemehl genügend Keimlinge vorhanden waren. Ich bestrebte mich möglichst, die Keimlinge auszuwählen, die eine spätere Verbänderung andeuteten. Sie charakterisierten sich selbst in dieser Entwicklungsstufe ziemlich gut, indem sich die Stiele der Keimblätter miteinander verwachsend entwickelten, wodurch zwischen den beiden Stielen neue Leisten und Furchen entstanden.

1.) Wasserkultur.

Versuch A.

Bei diesem Versuche mußte ich mich des Raumes wegen beschränken. Ich versuchte, die Verbänderung durch zu dünne Nährflüssigkeit hervorzurufen¹⁾, und nahm deshalb die 0,2‰, 1,0‰ und 2,0‰ igen Knorschen Lösungen.

Die Samen wurden am 5. Dezember 1913 in Sägespäne ausgesät, am 20. vom Keimbette entfernt und nach sorgfältiger Auswahl, möglichst verbänderbare Exemplare zu erhalten, in die Kulturgefäße gesteckt. Die Kulturgefäße, welche je 4 Keimlinge enthielten, wurden in ein Gewächshaus mit Glasdach gestellt. Nach je 2 Wochen wurden die Nährlösungen einmal erneuert. Das wurde bis zum 6. Februar 1914 fortgesetzt. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in den Tabellen I und II angegeben.

1) Da der Überschuß an Nahrung gewöhnlich als Ursache der Verbänderung angesehen wird, wollte ich diese Tatsache auch von ihrer negativen Seite her bestätigen.

TABELLE I.

1.) 0,2 ‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an der breit. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme des Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	25,4	0,19	0,19	—	— *	11	3,79
2	11,8	0,22	0,18	0,24	0,11	12	
3	8,2	0,15	0,15	—	— *	7	
4	10,2	0,18	0,18	0,18	0,10	8	
5	15,1	0,25	0,25	—	— *	12	
6	16,4	0,18	0,18	—	— *	8	
7	8,0	0,22	0,22	—	— *	7	
Durch-Schnitt	13,6	0,20	0,19	0,21	0,10	9	0,54

2.) 1,0 ‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breit. Stelle in cm.		Zahl der Blätter	Totalsumme des Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	15,3	0,21	0,21	0,35	0,21	11	2,73
2	58,4	0,37	0,25	0,40	0,21	22	
3	13,1	0,20	0,20	—	— *	9	
4	17,7	0,17	0,17	0,27	0,15	11	
Durch-Schnitt	26,1	0,24	0,21	0,34	0,19	13	0,68

3.) 2,0 ‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breit. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme des Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	42,6	0,24	0,24	0,28	0,07	21	5,22
2	14,4	0,22	0,15	0,50	0,18	19	
3	12,1	0,18	0,18	—	— *	8	
4	8,4	0,17	0,17	—	— *	8	
5	19,5	0,15	0,15	0,45	0,17	12	
6	31,0	0,24	0,24	0,50	0,12	27	
7	11,2	0,18	0,18	—	— *	9	
8	18,1	0,21	0,21	—	— *	11	
Durch-Schnitt	19,7	0,20	0,18	0,43	0,14	14	0,65

(* nicht verbändert.)

TABELLE II.
(Kontrollversuch.)

1'.) 0.2 ‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
1	40,6	0,22	12	2,87
2	21,3	0,20	9	
3	4,4	0,16	5	
4	37,3	0,20	14	
Durchschnitt	25,9	0.20	10	0.72

2'.) 1.0 ‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Durchmesser d. Stgl. in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
1	13,6	0,28	17	2,13
2	5,3	0,21	7	
3	7,2	0,22	7	
Durchschnitt	8,7	0.24	10	0.71

3'.) 2.0 ‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Durchmesser d. Stgl. in cm.	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
1	8,4	0,20	6	3,16
2	61,1	0,25	18	
3	9,3	0,18	7	
4	65,5	0,16	16	
Durchschnitt	36,1	0.20	12	0.79

Aus obigen Tabellen sieht man, daß in jeder Reihe trotz der Auswahl die normalen oder hier richtiger gesagt: atavistischen Formen noch sehr zahlreich sind. Aber es ist meiner Ansicht nach nicht richtig, die atavistischen Formen als die Folge der Konzentrationsdifferenz der Nährlösungen zu betrachten, da diese Formen auch unter den mit stärkeren, wie z. B. 2.0 ‰ igen Nährlösungen kultivierten Exemplaren ziemlich zahlreich vorkommen. Leider konnte ich diesen Versuch nicht auch mit den

konzentrierteren Nährlösungen anstellen. Durch eine Gegenüberstellung hätte man vielleicht erklären können, ob die Ursache jener zahlreichen atavistischen Formen in dem Grade der Fixierung der vererbten Eigenschaft oder in der Versuchsanordnung liegt.

Bei drei Reihen nimmt die durchschnittliche Zahl der Blätter mit der Konzentration der Nährlösung zu, während die durchschnittlichen Länge und Breite des Stengels und das Trockengewicht bei der 2. Reihe in Tabelle I am größten sind.

Beim Kontrollversuch nehmen die Zahlen mit der Konzentration der Nährlösung zu. Ferner sind die Unterschiede zwischen den Reihen mit Ausnahme der Länge in der 2'. Reihe merkwürdig gering.

Die in der 2. Reihe vorkommende relative durchschnittliche Trockengewichtszunahme kommt daher, daß diese Reihe weniger atavistische Formen enthielt. Die geringere durchschnittliche Länge in der 2'. Reihe beruht darauf, daß ihre Exemplare zu einer anderen Varietät gehörten, welche sich durch die Eigenschaften zu kriechen und sich mehr zu verzweigen unterscheidet und welche im allgemeinen dicker ist.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß aus diesen Daten kein endgültiger Schluß gezogen werden kann.

Versuch B.

Im ersten Versuche konnte ich nicht mit den konzentrierteren Nährlösungen untersuchen. Bei diesem benutzte ich jedoch folgende sechs Grade der Knopschen Lösungen : $0,1\text{‰}$, $0,5\text{‰}$, $1,0\text{‰}$, $2,0\text{‰}$, $5,0\text{‰}$ und $10,0\text{‰}$.

Die Samen wurden am 10. Februar 1914 in die Sägemehlschüssel ausgesät, am 27. vom Keimbette entfernt und nach gleich sorgfältiger Auswahl wie beim letzten Versuche in die Kulturgefäße gesteckt. Auch diese Kulturgefäße wurden im Gewächshause unter dem Glasdache aufgestellt.

Die Resultate sind in den Tabellen III und IV angegeben.

TABELLE III.

1.) 0,1⁰/₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke		
1	1,6	0,30	0,25	3	1,190
2	2,5	0,20	?	2	
3	2,0	0,15	?	2	
4	4,0	0,20	?	3	
5	1,2	?	?	2	
6	8,5	0,25	?	4	
Durchschnitt	3,3	0,21	—	3	0,198

2.) 0,5⁰/₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke		
1	4,0	0,22	0,13	9	1,150
2	1,8	0,20	0,20	2	
3	1,3	0,20	0,20	4	
4	7,0	0,40	0,30	6	
5	9,0	0,40	0,20	11	
Durchschnitt	4,7	0,28	0,20	5	0,230

3.) 1,0⁰/₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr.
		Breite	Dicke		
1	3,0	0,20	0,20	5	1,250
2	1,1	?	?	2	
3	0,8	?	?	2	
4	14,0	0,40	0,20	10	
5	9,0	0,60	0,20	12	
Durchschnitt	5,6	0,40	0,20	6	0,250

4.) 2,0‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke		
1	15,0	0,60	0,25	12	1,626
2	13,0	0,50	0,25	10	
3	5,5	0,30	0,20	7	
4	1,5	?	?	2	
Durchschnitt	8,8	0,47	0,23	8	0,407

5.) 5,0‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke		
1	0,5	?	?	1	1,190
2	13,3	0,40	0,17	12	
3	7,0	0,30	0,20	7	
4	5,1	0,25	0,15	7	
5	1,0	?	?	1	
Durchschnitt	5,4	0,31	0,17	6	0,238

6.) 10,0‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke		
1	5,0	0,30	0,15	7	1,160
2	6,5	0,27	0,15	5	
3	10,5	0,35	0,15	8	
4	8,0	0,30	0,20	7	
Durchschnitt	7,5	0,31	0,16	7	0,290

(Das Zeichen? zeigt an, daß die Messung der Breite oder Dicke des Stengels wegen des Verwachsenseins der Keimblattstiele mit dem Stengel schwierig war.)

TABELLE IV.
(Kontrollversuch.)

1'.) $0,1^{0}/_{06}$ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge des Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
1	51,0	0,15	7	} 0,630
2	5,5	0,20	4	
Durchschnitt	28,3	0,18	6	0,315

2'.) $0,5^{0}/_{00}$ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge des Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
1	51,8	0,20	6	} 1,660
2	28,0	0,25	6	
3	60,0	0,25	8	
Durchschnitt	46,6	0,23	7	0,553

3'.) $1,0^{0}/_{00}$ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge des Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
1	16,5	0,25	10	} 2,070
2	55,0	0,20	7	
Durchschnitt	35,7	0,23	9	1,035

4'.) $2,0^{0}/_{00}$ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge des Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
1	19,8	0,25	5	} 2,265
2	55,0	0,20	11	
3	9,5	0,25	5	
4	5,0	0,15	5	
Durchschnitt	22,3	0,21	7	0,564

5'.) 5,0‰ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge des Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
1	88,5	0,20	10	4,000
2	86,1	0,20	15	
3	61,0	0,30	8	
Durchschnitt	78,5	0,23	11	1,333

6'.) 10,0‰ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge des Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
1	10,5	0,15	4	3,850
2	38,0	0,15	7	
3	44,0	0,20	6	
4	72,5	0,25	12	
Durchschnitt	41,2	0,19	7	0,962

Aus obigen Daten kann man leicht ersehen, daß die für das Auftreten der Verbänderung günstigste Nährlösung nicht immer die stärkere, sondern die Normallösung ist. Diese Tatsache scheint mit der Ansicht von DE VRIES (27, 29, 31), HUS (9) u. a. und mit der der meisten Gärtner im Widerspruche zu stehen. DE VRIES sagt über die Kultur von *Crepis biennis fasciata*, daß man den Prozentsatz der verbänderten Exemplare durch schlechte Düngung herabsetzen kann. Daraus folgt, daß man ihn durch starke Düngung erhöhen kann und zwar auf eine so hohe Zahl (85%), daß man glauben könnte, daß sich bei noch besserer Fürsorge sämtliche Individuen verbändern.

Woher mag dieser Unterschied kommen? Bevor ich aber in die Erörterung über diesen Unterschied eintrete, muß ich noch erwähnen, daß bei den in 10,0‰ iger Lösung kultivierten Exemplaren die durchschnittlichen Zahlen wieder steigen, wenn auch nur um ein Geringes, während die Zahlen von der 2,0‰ igen Lösung sowohl nach den weniger, als auch nach den stärker konzentrierten Lösungen hin abnehmen. Jene Zunahme wird wahrscheinlich

durch den Einfluß der kotyledonalen Reservestoffe hervorgerufen. Diese Frage soll der nächste Versuch beantworten.

Beim Kontrollversuche steht die 5'. Reihe bez. der durchschnittlichen Zahlen an erster Stelle. Ihr folgt die 3'. und dieser die 6'. Reihe.

Obgleich auf Tabelle III die 4. Reihe hervortritt, stimmen diese beiden Fälle in der Tatsache überein, daß die Reihen 6 bez. 6' in ihren durchschnittlichen Daten zurückbleiben, daß also die starken Nährlösungen das Wachstum nicht immer begünstigen (2).

Versuch C.

In den bisherigen Versuchen konnte ich nicht vermeiden, daß die Reservestoffe in den Keimblättern in verschiedenen Graden beim Wachstum als Ernährungsquelle benutzt wurden. Um diesen Umstand möglichst auszuschalten, wählte ich eine Anzahl von Samen von bestimmten Gewicht aus. Ich nahm für diesen Versuch Samen von verbänderten Exemplaren im Gewicht von 60 mgr und von unverbänderten von 70 mgr.

Die Samen wurden am 1. April 1914 in Sägespäne ausgesät, am 11. vom Keimbette entfernt und nach Auswahl unter dem alten Gesichtspunkte in die Kulturgefäße gesteckt. Der Versuch dauerte bis zum 18. Mai.

Die erhaltenen Resultate sind in folgenden Tabellen angegeben.

TABELLE V.*

1.) 0,5⁰/₁₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	9,0	0,25	?	0,40	0,30	6	2,03
2	0,7	?	?	?	?	1	
3	2,5	0,30	?	?	?	2	
4	0,9	0,20	?	?	?	2	
5	4,5	0,25	?	0,50	0,30	10	
6	5,5	0,25	?	0,40	0,30	9	
Durchschnitt	3,85	0,25	—	0,43	0,30	5	0,340

* Die in 0,1⁰/₁₀₀ iger Nährlösung kultivierten Exemplare waren in ihrer Entwicklung so schwach, daß die Messung der Länge, Breite und Dicke des Stengels fast unmöglich war. Deshalb sind sie hier nicht angegeben.

2.) 1,0%₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	8,0	0,25	0,25	0,40	0,30	14	3,42
2	14,3	0,25	0,25	0,40	0,30	17	
3	4,7	0,35	0,25	0,45	0,35	9	
4	15,0	0,30	0,20	0,50	0,20	13	
5	1,3	0,20	?	?	?	2	
6	13,0	0,25	0,30	0,50	0,25	15	
7	10,5	0,40	0,45	0,60	0,25	15	
Durchschnitt	9,54	0,29	0,28	0,48	0,28	12	0,490

3.) 2,0%₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	6,0	0,40	0,20	0,55	0,30	9	2,50
2	17,0	0,30	0,25	0,35	0,15	11	
3	10,0	0,25	0,25	0,25	0,15	8	
4	9,0	0,25	?	0,25	0,20	7	
5	10,0	0,35	0,30	0,50	0,20	11	
6	9,0	0,25	0,30	0,40	0,25	9	
Durchschnitt	10,10	0,30	0,26	0,38	0,21	9	0,417

4.) 5,0%₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	9,0	0,35	0,30	0,45	0,30	8	4,67
2	17,0	0,30	0,35	0,55	0,25	12	
3	14,0	0,25	0,30	0,40	0,30	8	
4	15,0	0,30	0,35	0,45	0,20	10	
5	25,0	0,25	0,25	0,50	0,25	14	
6	26,0	0,35	0,25	0,40	0,20	13	
7	29,0	0,30	0,25	0,50	0,15	17	
Durchschnitt	19,30	0,30	0,29	0,46	0,24	12	0,667

5.) 10,0‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	20,3	0,30	0,25	0,55	0,15	14	4,52
2	31,5	0,25	0,25	0,30	0,15	13	
3	21,0	0,30	0,35	0,40	0,15	10	
4	9,0	0,20	?	0,35	0,25	8	
5	14,5	0,30	0,35	0,50	0,30	9	
6	18,0	0,30	0,25	0,45	0,20	11	
Durchschnitt	19,05	0,28	0,29	0,43	0,20	11	0,753

TABELLE VI.
(Kontrollversuch.)

1'.) 0,5‰ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge d. Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengew. in cm
1	34,1	0,30	9	1,12

2'.) 1,0‰ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge d. Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengew. in cm
1	20,5	0,25	16	0,565

3'.) 2,0‰ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge d. Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengew. in cm
1	35,5	0,25	17	2,95
2	13,5	0,30	16	
Durchschnitt	24,5	0,28	17	1,475

4'.) 5,0⁰/₁₀₀ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge d. Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengew. in cm
1	83,0	0,20	14	1,520

5'.) 10,0⁰/₁₀₀ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge d. Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengew. in cm
1	58,0	0,25	12	} 1,99
2	67,5	0,25	14	
Durchschnitt	62,7	0,25	13	0,995

Aus diesen Tabellen ersieht man klar, daß der Ernährungszustand dieser Pflanzen um so günstiger ist, je mehr Nahrungsmittel sie erhalten. Sieht man sich jene Daten genauer an, kann man unschwer erkennen, daß die Länge des Stengels und die Summe des Trockengewichts eine ideale, allmähliche Zunahme zeigt, und daß die Konzentrationsdifferenz der Nährlösungen auf die Breite des Stengels nur geringen Einfluß hat.

Die geringe Abnahme der Daten in der 5. Reihe zeigt wahrscheinlich, daß die stark konzentrierte Nährlösung eine schädliche Wirkung auf die Pflanzen hat. Diese Tatsache wird durch die nächsten Sandkulturversuche klar bestätigt werden.

Beim Kontrollversuche erhielt ich beinahe die gleichen Resultate wie beim Versuche B. Auch dabei war die 5,0⁰/₁₀₀ ige Reihe in ihren durchschnittlichen Zahlen immer überwiegend.

2.) Sandkultur.

Versuch A.

Bei den allgemeinen Topfkulturen kann man den Düngungsgrad nur schwer bestimmen und demzufolge ausgleichen. Außerdem fand ich einige für die Topfkultur in 1-Töpfen im Gewächshause ungünstige Punkte: zu geringe Wärmeleitung der Erde in

den Töpfchen, Verzögerung des Wachstums u. s. w.. Ich benutzte deshalb zur Sandkultur kleine 200 ccm-Töpfchen.

Die Samen wurden am 19. Januar 1914 in die Sägemehlschüssel ausgesät, am 2. Februar vom Keimbette entfernt und nach Auswahl in die Kulturtöpfchen gepflanzt. Diese Töpfchen wurden an der hellsten Stelle des Gewächshauses einer Temperatur von +10 bis 25°C ausgesetzt. Der Versuch kam am 4. April zu Ende.

Die Resultate sind in den Tabellen VII und VIII angegeben.

TABELLE VII.

1.) 0,2‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke		
1	82,0	0,25	0,25	10	} 4,295
2	21,0	0,40	0,20	18	
3	37,0	0,25	0,10	17	
Durchschnitt	46,7	0,30	0,19	15	1,432

2.) 1,0‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke		
1	50,0	0,70	0,15	43	} 4,845
2	104,0	0,40	0,40	15	
Durchschnitt	77,0	0,55	0,28	29	2,423

3.) 2,0‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke		
1	27,0	1,00	0,20	36	} 3,280
2	12,0	1,10	0,20	30	
Durchschnitt	19,5	1,05	0,20	33	1,640

4.) 5,0⁰/₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke		
1	8,0	0,70	0,20	19	} 1,520
2	11,0	0,30	0,30	15	
Durchschnitt	9,5	0,50	0,25	17	0,760

5.) 10,0⁰/₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke		
1	6,0	0,80	0,25	13	} 1,980
2	10,0	0,40	0,30	13	
Durchschnitt	8,0	0,60	0,28	13	0,990

TABELLE VIII.
(Kontrollversuch.)1'.) 0,2⁰/₀₀ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge d. Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengew. in gr
1	67,0	0,30	10	} 5,640
2	75,0	0,30	9	
3	102,0	0,30	14	
Durchschnitt	81,3	0,31	11	1,880

2'.) 1,0⁰/₀₀ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge d. Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengew. in gr
1	120,0	0,40	29	} 6,410
2	48,0	0,25	11	
Durchschnitt	84,0	0,32	20	3,215

3'.) 2,0⁰/₁₀₀ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge d. Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengew. in gr
1	178,0	0,35	27	} 7,230
2	222,0	0,30	21	
Durchschnitt	200,0	0,33	24	3,615

4'.) 5,0⁰/₁₀₀ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge d. Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengew. in cm
1	80,0	0,40	11	} 3,500
2	70,0	0,30	7	
Durchschnitt	75,0	0,35	9	1,750

5'.) 10,0⁰/₁₀₀ Lösung.

Nr. d. Individ.	Länge d. Stengels in cm	Durchmesser d. Stengels in cm	Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengew. in gr
1	62,0	0,30	12	} 3,730
2	78,0	0,30	13	
Durchschnitt	70,0	0,30	13	1,865

Aus Tabelle VII können wir leicht ersehen, daß in den 2. u. 3. Reihen die durchschnittlichen Zahlen hervortreten, während sie in den zu beiden Seiten stehenden Reihen abnehmen.

Die Exemplare, welche mit dem 20,0⁰/₁₀₀ igen Nahrungsmittel kultiviert wurden, waren nach etwa 2–3 Wochen alle abgestorben. Dieses Absterben erfolgte jedoch bei den fasziierten Formen schneller als bei den anderen.

Beim Kontrollversuche konnte ich die gleichen Resultate erhalten. Doch darf man hier nicht übersehen, daß die normalen Arten durch zu dünne oder zu starke Nährlösungen weniger beeinflußt werden, als die fasziierten. Die Tatsache, daß Unterschiede in der Schnelligkeit des Absterbens bestehen, zeigt, daß die Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige äußere Bedingungen bei den normalen Arten größer ist als bei den fasziierten; oder anders

ausgedrückt, daß die verbänderten Arten leichter als die anderen von den äußeren Bedingungen beeinflußt werden. Das ist nicht bedeutungslos, wie ich durch die anatomischen Untersuchungen zeigen werde.

Versuch B.

Dem Wasserkultur-Versuche C' entsprechend wählte ich Samen mit dem Gewicht von 50 mgr aus; sie wurden am 19. April 1914 in Sägespäne ausgesät, am 1. Mai vom Keimbette entfernt und nach Auswahl in Töpfchen gepflanzt. Der Versuch war am 27. Mai zu Ende.

Die Resultate sind in folgender Tabelle angegeben.

TABELLE IX.

1.) 0,1%₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme des Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	10,0	0,40	0,30	0,40	0,20	12	4,055
2	21,5	0,35	0,45	0,20	0,15	10	
3	11,0	0,30	0,40	0,65	0,20	15	
4	16,0	0,30	0,40	0,30	0,25	11	
5	16,0	0,25	0,25	0,35	0,25	8	
Durchschnitt	14,9	0,32	0,36	0,38	0,21	11	0,811

2.) 0,5%₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme des Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
2	21,0	0,35	0,35	0,30	0,15	9	5,290
	27,0	0,35	0,40	0,45	0,15	15	
	29,5	0,35	0,45	0,40	0,15	13	
	13,0	0,30	0,35	0,40	0,15	12	
	20,0	0,30	0,35	0,30	0,15	11	
Durchschnitt	22,1	0,33	0,38	0,37	0,15	12	1,058

3.) 1,0⁰/₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke der Stengels an der Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme des Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	19,5	0,45	0,35	0,60	0,20	12	6,160
2	17,0	0,45	0,30	0,35	0,20	10	
3	21,0	0,30	0,30	0,65	0,20	17	
4	29,0	0,30	0,30	0,30	0,20	13	
5	39,5	0,40	0,40	0,40	0,15	14	
Durchschnitt	25,2	0,38	0,33	0,46	0,19	13	1,232

4.) 2,0⁰/₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme des Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	6,0	0,30	0,25	0,45	0,25	7	5,960
2	24,0	0,30	0,30	0,40	0,20	12	
3	29,0	0,40	0,45	0,40	0,20	14	
4	30,0	0,50	0,40	0,65	0,20	21	
5	17,0	0,35	0,30	0,55	0,15	13	
Durchschnitt	21,2	0,37	0,34	0,49	0,20	13	1,192

5.) 5,0⁰/₀₀ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme des Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	31,0	0,50	0,40	0,70	0,15	18	6,790
2	11,5	0,40	0,30	0,70	0,25	16	
3	16,0	0,60	0,40	0,90	0,20	20	
4	8,5	0,30	0,30	0,40	0,25	9	
5	24,0	0,35	0,40	0,30	0,20	15	
Durchschnitt	18,2	0,43	0,36	0,60	0,21	16	1,358

6.) 10,0‰ Lösung.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Totalsumme d. Trockengewichts in gr
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	12,0	0,45	0,25	0,75	0,25	14	4,540
2	16,0	0,40	0,40	0,50	0,30	11	
3	13,0	0,30	0,30	0,25	0,15	10	
4	12,0	0,25	0,25	0,30	0,20	9	
5	38,0	0,30	0,40	0,25	0,15	13	
Durchschnitt	18.3	0,34	0,32	0.41	0,21	11	0.908

Wie obige Tabelle zeigt, überwiegt die 5. Reihe in allen durchschnittlichen Zahlen, mit Ausnahme der der Länge. Von diesem Maximalpunkt aus fallen die Kurven aller Daten nach



Fig. 1. Entwicklungszustände der Pflanzen jeder Reihe beim Sandkultur-Versuch B.

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1.....mit 0,1 ‰ Lösung kult. | 4.....mit 2,0 ‰ Lösung kult. |
| 2..... „ 0,5 ‰ „ „ | 5..... „ 5,0 ‰ „ „ |
| 3..... „ 1,0 ‰ „ „ | 6..... „ 10,0 ‰ „ „ |

beiden Richtungen ab. Nur die Kurve der Länge erreicht in der 3. Reihe ihrem Maximalpunkt. Man darf also nicht behaupten, daß die Nahrungsmenge die fasziierten Exemplare weniger beeinflusse als die normalen.

Aus der Abnahme des Trockengewichtes bei stärkerer Ernährung können wir ersehen, daß je stärker die Konzentration der Nährlösung ist, desto schwächer die Entwicklung wird. Im folgenden wird sich auch die Tatsache zeigen, daß mit der

stärkeren Konzentration der Nährlösung die Verbänderung geringer wird. Daraus folgt, daß es für das Auftreten der Verbänderung eine optimale Ernährung gibt. In dieser Hinsicht sind meine Resultate denen von DE VRIES (27, 29, 31), HUS (9) und anderen ähnlich.

Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß die Verbänderung meiner Versuchspflanze schon ziemlich fixiert war, und daß man daher nicht beurteilen kann, ob die vorliegenden Resultate auch auf Exemplare anwendbar sind, bei welchen die Verbänderung noch nicht so stark fixiert ist. Zu dieser Frage hoffe ich in Zukunft einiges beizutragen.

3.) Die Kultur im Dunkeln.

Alle bisherigen Versuche hatten die Aufgabe zu untersuchen, ob und inwieweit die Ernährung das Auftreten der Verbänderung beeinflussen kann. Hier will ich den Einfluß der Beleuchtung untersuchen, da uns einige interessante Ergebnisse über die Gestaltsänderung blattförmiger Kakteen von VÖCHTING (32) und GOEBEL (6) vorliegen.

a.) Ein Keimling und 3 schon verbänderte junge Exemplare wurden am 23. März 1914 mit Dunkelkappen überzogen. Nach 9 Tagen waren sie alle abgestorben.

b.) Am 30. März wurden 4 Keimlinge wieder unter Dunkelkappen gesetzt. Nach 15 Tagen waren auch sie zu Grunde gegangen.

c.) Dieses Absterben kommt wahrscheinlich von Vergiftung durch Gaswechselprodukte oder von zu hohem Feuchtigkeitsgrade, da die Dunkelkappen kaum 5 l faßten. Deshalb stellte ich beim dritten Versuche am 1. Mai die Versuchspflanzen in die Dunkelkammer. Als Versuchspflanzen nahm ich 5 Keimlinge, welche in Wasserkulturgefäße steckten, und außerdem ein bis zur Länge von 9 cm ausgewachsenes Exemplar, welches in einem Töpfchen saß.

Unter ihnen hatte nur die im Töpfchen kultivierte Pflanze

einen Längenzuwachs. Er betrug in 15 Tagen 5 cm. welche auch verbändert waren. Aber die Blätter waren in diesen Tagen fast alle verwelkt.

Wenn sich dieses Resultat bestätigt, so steht es im Widerspruch mit VÖCHTINGⁱ⁾ Ansicht. Die Ursache dieser Unterschiede möchte ich in Unterschieden der Struktur suchen; denn bei den blattförmigen Kakteen ist es nichts als eine lokal gesteigerte Rindenbildung des Stammesⁱⁱ⁾, weil sie wahrscheinlich einen runden Zentralzylinder haben. Bei den verbänderten Stengeln dagegen ist es die Verbreiterung des Stammes selbst, denn sie haben verflachte Zentralzylinder. Hier scheint mir, der Punkt zu liegen, wo sich die beiden Formen in ihrer Reaktion auf die Dunkelheit unterscheiden.

IV. Effekte der Operationen.

Der folgende Versuch soll die Frage untersuchen, ob man auch bei dieser Pflanze durch die Köpfung der Plumula die Verbänderung der Wurzel oder des Zweiges hervorrufen kann, wie von anderen schon öfters versucht worden ist.ⁱⁱⁱ⁾

1.) Ich nahm je dreißig Samen der normalen Formen, und säte sie am 20. Januar u. am 26. März 1914 aus. Die Keimlinge wurden durch den Vegetationsscheitel abgeschnitten. Darauf bildeten sie je 2 Achselsprosse zwischen dem Hauptsproß und den Keimblättern. Die Achselsprosse wuchsen sehr kräftig, aber mit auffallend geringem Längenwachstum. An den Achselsprossen und Wurzeln war keine Veränderung festzustellen.

2.) Am 16. Februar wurden auch die 30 Samen der normalen Formen ausgesät, und die Keimlinge am 18. März durch ihren Vegetationsscheitel längsweise geschnitten. Das gelang mir nur an einzelnen Exemplaren. Nach 35 Tagen beobachtete ich,

i.) VÖCHTING gelang es im Dunkeln die *Phyllocactus*-Arten sich ganz oder beinahe kreisrund verändern zu lassen (l. c., S. 447).

ii.) VÖCHTING (l. c.).

iii.) LOPRIORE, REED, LAMARLIÈRE (l. c.).

daß die erst nur 2–3 mm langen Schnittästchen sich auf 20, bezw. 25 mm verlängert hatten. Jedes dieser beiden Ästchen hatte fast gleichen Durchmesser wie der Hauptsproß, während sie an ihrer Spitze ein wenig gekrümmt waren. Die Ästchen selbst und die auf ihrer Oberfläche bemerkbaren Leisten waren linksdrehend. Jedes Ästchen besaß einen vollkommenen Gefäßbündelring, und war an der Schnittfläche ohne Bastneubildung, aber mit einer merkwürdigen Kollenchymneubildung versehen.

Die merkwürdigste Tatsache aber war, daß der Hauptsproß an dem Verzweigungspunkte der beiden Ästchen auf eine kurze Strecke verbändert war (Fig. 3–5). Diese Tatsache zeigt uns klar, daß die Verbreiterung des Stammes auch aus der Verteilung des Vegetationsscheitels hervorgehen kann. Hier liegt in der Tat eine Schwierigkeit für die Erklärung der Ursache der Verbänderung.

V. Korrelationserscheinungen.

Im letzten Versuche schritt ich nicht bis zur Untersuchung der Wirkungen der Köpfung bei faszierten Typen. Ich möchte deshalb hier einige Korrelationserscheinungen bei faszierten Typen feststellen und zwar folgende: Einfluß der Köpfung a.) des Hauptstengels, b.) der Hauptwurzel, c.) der Blätter und d.) der Blüten auf das Auftreten der Verbänderung.

a.) *Einfluß der Köpfung des Hauptstengels:*

Alle Exemplare, welche in sehr jungem Stadium geköpft wurden, ließen die runden Achselsprosse auf-schießen, nur zwei Ausnahmen entwickelten ihre Hauptsprosse ungewöhnlich gekrümmt weiter. Ob diese Unterschiede von verschiedenen langen Köpfungsspitzen oder von der Intensität der Vererbungsfähigkeit kamen, konnte ich nicht feststellen. Da ich aber vermutete, daß es von einer sehr geringen Verletzung am Vegetationsscheitel traumatropisch herkomme, köpfte ich an einem ausgewachsenen Hauptsproß 3 mm unterhalb des Vegetationskammes. Dann wurden zwei runde Achselsprosse in den beiden nächsten

Blattachsein entwickelt.¹⁾ Wenn die Tatsache, daß die Achselsprosse immer normal sind, und daß die fasziierten Zweige immer in der Verbänderungsebene von den Seitenkanten aus gebildet werden,²⁾ zuträfe, könnte man nicht behaupten, daß für das Auftreten der Verbänderung keine mechanische Ursache existiert. Über diese Frage sind weitere und genauere Versuche notwendig.

b.) *Einfluß der Entfernung großer Wurzelteile:*

Hierzu benutzte ich die Wasserkultur. Nach einiger Entwicklung habe ich die Hauptwurzel 1 bis 1,5 cm unterhalb des Übergangspunktes des Stammes in die Wurzel abgeschnitten. Darauf entwickelte sich der Hauptsproß ziemlich kräftig, aber fast ohne typische Verbänderung. Außerdem konnte unter meinen Materialien keine Verbreiterung der Nebenwurzeln hervorgerufen werden, wie das LOPRIORE (15) bei *Phaseolus* und *Vicia* gelungen war.

c.) *Einfluß der Entfernung der Blätter:*

Ich benutzte folgende Versuchspflanzen.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Zahl der Blütenknospen
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	10,0	0,25	0,20	0,55	0,15	18	10
2	8,0	0,40	0,25	0,60	0,20	11	5
3	8,0	0,40	0,25	0,65	0,20	13	6
4	4,0	0,25	0,25	0,50	0,20	6	2
5	8,0	0,35	0,25	0,40	0,30	13	5

Diesen Pflanzen wurden am 20. April 1914 ihre Blätter abgeschnitten. Nach 32 Tagen wurden sie wieder gemessen. Die erhaltenen Daten sind auf folgender Tabelle zusammengestellt.

- i.) Bei meinen späteren Versuchen haben sich stets die geköpften Hauptsprosse, wie auch die Keimblätter und Hypokotylen sehr kräftig entwickelt, aber keine Achselsprosse gebildet.
- ii.) s. auch S. 10 (Beschreibung der Versuchspflanze).

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke d. Stengels an d. Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm	
		Breite	Dicke	Breite	Dicke
1	11,0	0,25	0,20	0,55	0,15
2	8,0	0,40	0,25	0,60	0,20
3 *	—	—	—	—	—
4	6,0	0,25	0,25	0,40	0,20
5 *	—	—	—	—	—

(* Diese Exemplare wurden von Pilzen angegriffen und gingen vor Ablauf der 32 Tagen zu Grunde.)

Wenn man bloß nach diesen Daten eine Erklärung geben wollte, müßte man sagen, daß hier fast keine Korrelationserscheinung existiert.

d). *Einfluß der Entfernung der Blüten :*

Als Versuchspflanzen nahm ich folgende :

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Zahl der Blütenknospen
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	9,0	0,25	0,25	0,30	0,25	13	6
2	18,0	0,35	0,30	0,50	0,15	26	16
3	13,0	0,30	0,25	0,50	0,30	18	9
4	35,0	0,30	0,25	0,45	0,15	22	15
5	30,0	0,40	0,35	0,50	0,15	27	20
Kontroll	34,0	0,30	0,25	0,20	0,10	13	11

Am 20. April wurden diesen Pflanzen ihre Blütenknospen abgeschnitten, und auch die neugebildeten Knospen von Zeit zu Zeit weggenommen. Nach 22 Tagen kam dieser Versuch zu Ende, dessen Resultate auf folgender Tabelle angegeben sind.

Nr. der Individ.	Länge des Stengels in cm	Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm		Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm		Zahl der Blätter	Zahl der Blütenknospen
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1	36,0	0,25	0,25	1,15	0,05	50	—
2	28,0	0,35	0,30	0,70	0 15	30	—
3	41,0	0,30	0,25	0,65	0,05	38	—
4	80,0	0,30	0,25	1,35	0,05	78	—
5	116,0	0,40	0,35	0,65	0,07	83	—
Kontroll	38,0	0,30	0,25	0,25	0,10	19	—

Es ist gewiss nicht zuviel behauptet, wenn ich sage, daß die Blütenentfernung einen deutlichen Einfluß auf das Längenwachstum und auf die Verbreiterung des Stengels hat.

VI. Anatomie und Entwicklungsgeschichte.

Der fasziierte Stengel, welcher in seinen morphologischen Eigenschaften so auffallend ist, und welcher durch äußere Bedingungen nur wenig beeinflußt wird, hat vermutlich eine eigentümliche Struktur. Arbeiten, welche diese Frage behandeln, liegen uns von MIYOSHI (18), NESTLER (19), STREITWOLF (26) und anderen (34) vor. Mir scheint wünschenswert, diese Frage etwas weiter zu verfolgen, um vielleicht die Verbänderungsmechanik anatomisch und entwicklungsgeschichtlich erklären zu können.

1.) Anatomie.

a.) Allgemeines.

Im allgemeinen kann man zwischen beiden Typen nur Anordnungsunterschiede der gleichen Elementen erkennen. Die Form des Querschnittes ist bei fasziierten Stengeln ein Oval von verschiedenen Längen- und Breitenverhältnis, bei normalen aber immer eine Kreisfläche. Dies war schon früher konstatiert worden. Daher will ich hier den verschiedenen Geweben eine

nähere Beachtung schenken, ohne über die allgemeine Gestalt weiteren Worte zu verlieren.

Die Epidermis: Die Epidermis besteht beim fasziierten Stengel aus kleineren Zellen als beim normalen. Nur die Zellen an den Leisten sind zwei- oder mehrmal so groß wie die des normalen.

Die Rinde: Die Rinde hat nur geringe Unterschiede in der Zahl der Zellschichten: beim fasziierten gibt es 6–7, beim normalen aber 5–9. Die erste oder ersten beiden Zellschichten, welche dicht unter der Epidermis liegen, sind gewöhnlich parenchymatisch, und enthalten eine große Menge von Chlorophyllkörnern (Fig. 8). Dies sind die Schichten, in welchen man zuweilen die Anthocyanbildung beobachten kann. Die folgenden darunter liegenden zwei bis fünf Zellschichten bilden die mechanischen Zellen, indem in den Flächen des verbänderten Stengels sowohl „Eckenkollenchym“ als auch „Plattenkollenchym“, ⁽¹⁾ am Kantenteil dagegen meistens nur Plattenkollenchym vorhanden ist (Fig. 8). Überdies sind im Kantenteile die Zellen gewöhnlich kleiner als in der Fläche des verbänderten Stengels, und fast die ganze Rinde besteht aus Kollenchymzellen, was besonders bei typisch verbänderten Exemplaren der Fall ist. Im Gegensatze hierzu bilden beim normalen Stengel die dicht unter der Epidermis liegenden 3 bis 5 Zellschichten der äußeren Rinde das eigentümliche Eckenkollenchym aus. Dabei sind auch die 1. und 2. subepidermale Zellschicht kollenchymatisch (Fig. 1).

Im Rindenteil beider Typen finden sich die Milchröhren zerstreut. Beim normalen finden sie sich nicht nur im Rindenparenchym, sondern auch in den mechanischen Zellen (Fig. 2), während sie beim fasziierten fast ausnahmslos im Rindenparenchym liegen (Fig. 1). Unabhängig davon, ob Milchsafte an der Ernährung der Pflanzen beteiligt ist oder nicht (12), wird die Zahl der Milchröhren mit der Größe der Querschnittsfläche zunehmen. Dies ist in der Tat der Fall, wie folgende Tabellen zeigen:

1.) Nach HABERLANDT. (s. Physiologische Pflanzenanatomie, 1904. S. 147.)

Verbänderte Exemplare.

Nr. der Individ.	Breite d. Stengels in cm	Dicke des Stengels in cm	Zahl der Milchröhren	Flächeninhalt d. Querschnittes	Bemerkung
1	0,50	0,10	86	(ca. 7 qmm)	fester Stengel
2	0,30	0,10	49	—	
3	0,50	0,15	45	7,1978 qmm	
4	1,00	0,14	145	(ca. 14 qmm)	
5	1,20	0,12	174	14,5043 qmm	Keimling
6	0,20	0,20	45	—	

Normale Exemplare.

Nr. der Individ.	Breite des Stengels in cm	Dicke des Stengels in cm	Zahl der Milchröhren	Flächeninhalt d. Querschnittes	Bemerkung
1	0,30	0,30	29	7,0891 qmm	junger Stengel
2	0,30	0,30	23	(ca. 7 qmm)	
3	0,30	0,30	29	(ca. 7 qmm)	
4	0,18	0,18	15	2,5272 qmm	

In obigen Daten ist es ein merkwürdiger Punkt, daß die verbänderten Exemplare bei ungefähr gleicher Querschnittsfläche fast dreimal soviel Milchröhren haben wie die normalen.

Der gesamte Gefäßbündelring: Der Gefäßbündelring ist bei beiden Typen gewöhnlich ganz kontinuierlich. Aber beim ausgewachsenen, normalen Stengel findet man öfters besonders in der basalen Partie, daß sich der Gefäßbündelverlauf bilateral entwickelt und am Mark eine rechteckige Höhlung bildet (Fig. 11). Das heißt mit anderen Worten, daß die Gefäßbündelringe die gleiche Struktur besitzen wie die der ausgewachsenen Hypokotylen.ⁱ⁾ Beim jungen normalen Stengel dagegen nimmt der Gefäßbündelring die stets ungefähr gleiche Dicke haltende Ringform an. In dem Punkt, daß der Gefäßbündelring stets beinahe die gleiche Dicke hält, stimmt er mit dem verbänderten Stengel überein, da

i.) Bei beiden Typen sind gewöhnlich die Hypokotylen mit einer viereckigen Markhöhle versehen.

zum mindesten bei den typisch verbänderten Exemplaren der Gefäßbündelring gewöhnlich innen und außen glatt ist (Fig. 9).

Die Bastzelle: Bei ausgewachsenen Exemplaren beider Typen wird der subkortikale Bastring, welcher unmittelbar unter der Rinde liegt, sehr häufig durch Durchlaßzellen unterbrochen. An den Bastzellen beim normalen Stengel kann man öfters Erscheinungen sekundärer Entwicklung sehen. Ihre Zellwand zeigt verschiedene Entwicklungsgrade von Verdickung (Fig. 12). Beim verbänderten dagegen zeigen sämtliche Bastzellen fast gleiches Alter, folglich auch etwa gleiche Dicke der Zellwand (Fig. 2). Einige Tüpfelkanäle ziehen sich durch die Wände der verdickten Bastzellen. Sie sind deshalb beim normalen viel zahlreicher vorhanden (Fig. 12) als beim verbänderten, bei welchem ich nur wenige mit Tüpfelkanälchen versehene Bastzellen beobachten konnte.

Die Bastzellen wurden durch Jodjodkali leicht gelb, durch Phloroglusin und HCl tiefgelb und durch Kongorot fast gar nicht gefärbt.

Im Längsschnitt zeigen die Sklerenchymzellwände des normalen Stengels öfters viele Krümmungen, was beim verbänderten niemals der Fall ist. Die verbänderten Stengel erinnern in dieser Beziehung an junge normale Stengel.¹⁾

Der Phloemteil: Am Phloemteil, wo sich viele Kalziumoxalat-Krystalle finden, konnte ich keine Unterschiede konstatieren. Nur die Zahl der Zellschichten war beim verbänderten Stengel kleiner als beim normalen.

Der Holzteil: Am Holzteile fällt es uns deutlich ins Auge, daß beim faszierten Stengel der gesamte Holzteil außer den Gefäßen von lockeren mechanischen Zellen gebildet wird. Im Gegensatz hierzu liegen beim normalen die kleineren, dickwandigen, mechanischen Zellen und die großen Gefäße dicht beieinander.

Über die Größe der Gefäße, worin die normalen die anderen stark überragen, will ich später berichten (s. S. 40, b. Über die

1.) Selbst beim normalen kann man im jungen Stadium keine Krümmungsstellen an den Bastzellwänden beobachten.

Zellengröße). Beim normalen Stengel werden die jungen, aber großen, Treppentracheen immer nach außen neugebildet. Daher kommt es, daß sich einige fast oder ganz eingeschlossene, parenchymatische Gewebe öfters im Gefäßteile finden (Fig. 11). Beim faszierten Stengel konnte ich diese Erscheinung nur am starken, festen Stengel, am nur sehr wenig verbänderten Stamme oder nur an der Basis des Stengels finden, dagegen nicht am typisch verbänderten Stamme.

Entsprechend dem Verdickungsgrade der Zellwände, kann man an den Wänden der Gefäße und der mechanischen Zellen verschiedenartige Tüpfel sehen. Die komplizierte Tüpfelbildung konnte ich nur am normalen beobachten, beim anderen bloß die einfache.

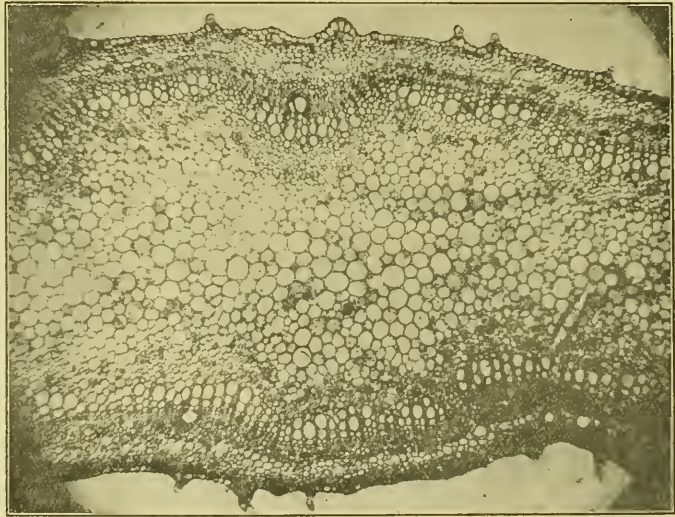


Fig. 2. Teil eines
Querschnittes durch
den faszierten
Stengel.
S. HIRINO phot.

An Gefäßen finden sich beim verbänderten daher nur Spiral- oder Ringgefäße, oder die Zwischenstufen der beiden Tracheen, während beim normalen auch Treppen- und Netztracheen vorkommen. Auch hier also kann man beim faszierten Stengel die Struktur des jungen normalen Stengels finden.

Das Verhältnis von Gefäßbündelfläche zur Gesamtquerschnittsfläche: Um diese Frage zu beantworten, benutzte ich fast die gleiche Berechnungsmethode wie STREITWOLF (26). Als Gefäß-

bündelfläche nahm ich einmal des Vorteils halber die Fläche, welche vom Bastzellring nach innen bis zur innersten Grenze des verholzten Gefäßteils reicht, zum andernmal die Fläche, die vom Bastzellring bis zur Grenze des primären Hadromteiles und des Markparenchyms reicht.

Die erste Berechnung ergab 7,1978 qmm für die Gesamtquerschnittsfläche eines faszierten Stengels von 5,1 mm Breite und 1,5 mm Dicke, und 7,0891 qmm für die eines normalen von 3,0 mm Durchmesser.

Die Fläche des Gefäßbündels betrug beim normalen 1,9421 qmm. beim verbänderten 2,0914 qmm. Das Verhältnis von Gefäßbündelfläche zur Gesamtquerschnittsfläche ist beim verbänderten 0,29 : 1, beim anderen 0,27 : 1. Wir finden also eine relative Zunahme der Gefäßbündelfläche beim faszierten Stengel.¹⁾

Die zweite Berechnung ergab das gleiche Verhältnis, wie folgende Daten zeigen.

Exemplare	Gefäßbündelfläche in qmm	Gesamtquer- schnittsfläche in qmm	Verhältnis
Verbändert. (12,1 × 1,4 mm)	6,6002	14,5043	0,46 : 1
Normal. (Diam.—1,8 mm)	0,9235	2,5275	0,37 : 1

Ob dieses Verhältnis bei jedem Exemplare beider Typen von der Basis bis hinauf zur Spitze konstant bleibtⁱⁱ⁾ oder nicht, werde ich zum Gegenstande einer späteren Untersuchung machen.

Das Mark: Die Zahl der Zellschichten des Markparenchyms in der rechtwinkligen Richtung zur Verbänderungsebene neigt bei auffallend verbänderten Exemplaren zur Abnahme. Ich zählte z. B. bei einem Exemplare von 12,1 mm Breite und 1,0–1,4 mm Dicke 10–15, während ich bei einem anderen von 8,0 mm Breite und 2,5–3,5 mm Dicke 8–23 fand. Dies stimmt mit der Tatsache überein, daß die Dicke mit der Zunahme der Breite meist abnimmt (vergl. die letzten 2 Tabellen auf S. 31–32). Beim

i.) STREITWOLF erhielt schon bei *Asparagus officinalis* die gleichen Resultate.

ii.) Nach STREITWOLF blieb dieses Verhältnis bei seinen Versuchspflanzen von der Basis hinauf zur Spitze beinahe konstant.

normalen Stengel finden sich verhältnismäßig mehr Zellschichten des Markparenchyms, bei einem Exemplare von 1,8 mm Durchmesser z. B. 10–25.

Kalziumoxalat findet sich auch hier wie im Phloemteil isoliert oder in die Scheide eingeschlossen.

Es ist merkwürdig, daß bei der Milchröhrenzahl in ungefähr gleichgroßer Querschnittsfläche beinahe das Verhältnis 3 : 1 zwischen fasziierten und normalen existiert. Ein Beispiel mag das illustrieren.

a.) Verbändert :

Nr. d. Individ.	Breite des Stengels in cm	Dicke des Stengels in cm	Zahl der Milchröhren	Bemerkung
1	0,90	0,12	205	ca. 13 qmm
2	1,10	0,10	198	ca. 14 qmm
3	0,48	0,10 – 0,14	92	ca. 7 qmm
4	0,36	0,08 – 0,10	48	ca. 6 qmm

b.) Normal :

Nr. d. Individ.	Breite des Stengels in cm	Dicke des Stengels in cm	Zahl der Milchröhren	Bemerkung
1	0,30	0,30	30	ca. 7 qmm
2	0,28	0,28	0	{ mit Markhöhle versehen
3	0,25	0,25	0	{ mit Markhöhle versehen
4	0,17	0,17	9	{ junge Exemp. ca. 2 qmm

Die Stärkekörner : Die Stärkekörner, welche im Rindenparenchym und besonders reich im Markparenchym aufgespeichert sind, sind aus zahlreichen kleinen Teilkörnern zusammengesetzt, indem sie wie polyadelphische Stärkekörner (25) gebildet sind (Fig. 10). Es scheint mir, daß man zwischen den beiden Typen deutliche Schwankungen in der Größe der Stärkekörner feststellen kann. Wenn meine Beobachtung kein Irrtum ist, sind die Stärkekörner beim verbänderten Stengel entweder erheblich größer oder erheblich kleiner als beim normalen. Das heißt mit anderen Worten, daß die Stärkekörner unbeachtet der Größe der

sie umschließenden Zelle größer werden können¹⁾. Doch müssen wir uns vorläufig mit dieser bloßer Beschreibung begnügen. Das Mengenverhältnis der Stärkekörner bei beiden Typen soll in meinen weiteren Untersuchungen mit dem der anderen Reservestoffe zusammen angegeben werden.

Der verbänderte Blütenstand und die Fruchtblätter :

Bei der Gewächshaus-Kultur trat öfters, wie schon erwähnt, die Verbänderung des Blütenstandes und der Fruchtblätter auf. Über die Struktur des faszierten Blütenstandes kann ich hier noch nichts sagen. Über die Anatomie fasziierter Fruchtblätter — besonders über den faszierten Griffel — will ich jedoch einiges beifügen. Im allgemeinen ergeben die normalen Griffel in ihrem Querschnitt ein Dreieck, in dessen Ecken je ein Leitungsbündel liegt, während sich in der Mitte das runde, drüsenartige, mit keinem Lumen versehene Leitungsgewebe findet (Fig. 13). Beim verbänderten Griffel aber ist die Leitungsgewebe von länglicher Form und mit einem schmalen, zuweilen ziemlich großen Lumen versehen. Hier schien es mir besonders auffallend, daß — wenigstens bei meinen verbänderten Exemplaren — die Zahl der Leitungsbündel stets das Drei- und Mehrfache der normalen Zahl erreichte (Fig. 14). Diese Tatsache beobachtete ich auch bei einem verbänderten Blütenstiele von *Primula obconica*ⁱⁱ⁾, an dessen einer Seite in der Mitte eine Furche liegt. Wir erinnern uns hier des Zahlenverhältnisses der Milchröhren beider Typen. Was wird die Bedeutung von 3 sein? Ich kann darüber noch nichts sagen.

Der Blattstiel: Zuletzt wollen wir nun den verbreiterten Blattstiel ins Auge fassen. Beim normalen sind die Furchen der inneren Seite der Stiele, wie schon erwähnt, sehr englumig. Im Querschnitt sind die Gefäßbündel bei allen Materialien, kreisförmig angeordnet (Fig. 36). Im Gegensatz hierzu sind sie beim verbänderten beinahe alle geradlinig oder bogenförmig angeordnet

i.) Nach SIERP (l.c.) sind die Stärkekörner in großknolligen Kartoffelsorten etwas größer, als in den kleinknolligen.

ii.) Der Blütenstiel ist unverzweigt und trägt eine verbreiterte Dolde. Im Querschnitt fand ich 15 Gefäßbündel, während es beim normalen gewöhnlich nur 5 gibt, also auch hier das Dreifache der Zahl.

(Fig. 31–32). Selten tritt die halbkreisförmige Anordnung der Gefäßbündel auf. Obwohl wir noch nicht erklären können, woher diese Unterschiede kommen, ist es doch merkwürdig, daß beim faszierten schon am Stiele der Keimblätter die Neigung zur Verbreiterung zum Vorschein kommt. Ob das von eigentümlichen Zellteilungsrichtungen oder anderen Ursachen kommt, ist eine wichtige und interessante Frage.

b.) *Über die Zellengröße.*

Über die Zellengröße ist uns von AMELUNG (1) ein sehr überraschendes Resultat angeboten worden. Nach ihm bestehen verschieden große Organe gleicher Art ein und desselben Pflanzenindividuums aus Zellen von gleicher oder nahezu gleicher Größe. Aber seine Untersuchungen beschränkten sich nur auf normal entwickelten Pflanzen, geben also keinen Aufschluß darüber, ob das auch für telatologische Exemplare zutrifft.

Später veröffentlichte STREITWOLF (26) einige Beobachtungen über das Verhältnis der Zellengröße bei normalen und verbänderten Formen von *Myosotis alpestris* und *Tropaeolum majus*. Er hat gefunden, daß deren Mark bei normalen Exemplaren größere Zellen hat als bei verbänderten. Dies sei jedoch nur beiläufig erwähnt.

SIERP (25) hat eine sehr sorgfältige Arbeit über diese Frage veröffentlicht, welche wir nicht übersehen dürfen. Sie behandelt besonders die Zwergsippen. Über die Zellen der Zwergsippen gibt er folgende Resultate: (i) die Zwergsippe hat kleinere Zellen als die große Sippe (*Solanum*, *Pisum*, *Zea*, *Clarkia*); (ii) die Zwergsippe hat etwas kleinere oder gleichgroße Zellen wie die Normalsorte (*Mirabilis*, *Lathyrus*); (iii) die Zwergsippe hat größere Zellen als die Normalsippe (*Nigella*).

Zu welcher der obigen Gruppen wird die Zelle der verbänderten Formen gehören? Auf die Beantwortung dieser Frage sind meine folgenden Untersuchungen gerichtet.

Für die Messung benutzte ich stets den Okularmikrometer. Die Zahlen der folgenden Tabellen bedeuten also Abschnitte des Okularmikrometers. Die wirkliche Größe wird durch Ver-

gleichung mit einem Objektmikrometer ermittelt. Es ergibt sich, daß 36 Abschnitte des Okularmikrometers gleich 0,17 mm sind. Zu diesen Messungen benutzte ich Exemplare, die ich im voll ausgewachsenen Stadium gesammelt und in Alkohol konserviert hatte.

Die bekommenen Resultate sind auf den folgenden Tabellen angegeben.

Durchmesser.

1.) Verbänderte Exemplare.

Breite u. Dicke des Stengels in cm	Epidermis	Kollen- chym	Rinden- parenchym	Bast	Gefäß	Mark
1,05-0,10	4,08	3,19	—	3,48	9,59	11,22
1,35-0,10	4,65	3,97	—	5,21	8,84	12,76
0,55-0,17	4,50	5,50	9,80	4,70	13,10	14,50
0,80-0,20	3,80	4,30	7,60	4,40	14,40	14,30
—	3,70	3,90	7,70	4,40	8,60	13,40
—	4,50	4,90	11,35	4,20	9,63	17,95

2.) Normale Exemplare.

Breite u. Dicke des Stengels in cm	Epidermis	Kollen- chym	Rinden- parenchym	Bast	Gefäß	Mark
0,25-0,25	6,67	8,13	—	4,70	19,64	22,63
0,18-0,18	6,10	6,06	—	5,50	10,46	15,87
—	5,80	7,48	19,80	4,57	20,43	22,71
(jung. Stengel)	6,30	7,30	12,54	5,69	9,34	16,70

Länge.

1'.) Verbänderte Exemplare.

Breite u. Dicke d. Stengels in cm	Epidermis	Kollenchym	Stärkescheide	Mark
1,05-0,10	14,11	23,11	—	40,19
1,35-0,10	15,20	40,50	—	27,82
—	17,10	44,20	13,30	38,09
(jung. Stengel)	7,46	17,71	10,57	22,13

2'.) Normale Exemplare.

Durchmesser d. Stengels in cm	Epidermis	Kollenchym	Stärkescheide	Mark
0,25	7,43	19,85	—	27,19
0,18	10,71	28,66	—	28,88
(jung. Stengel)	11,80	32,00	12,00	24,40
—	12,76	34,43	15,04	26,31
—	11,21	22,21	17,30	29,71

(Obige Zahlen geben alle den Durchschnitt der verschiedenen Zellmessungen an.)

Wie die Tabelle 1 und 2 in überraschender Weise zeigen, sind bei fasziierten Formen die Zellen der Epidermis, des Kollenchyms, des Rindenparenchyms, des Markparenchyms und der Gefäße viel kleiner als beim normalen. Sie stehen beinahe im Verhältnis 1:2. Andererseits ergaben sich im Längsschnitt ganz umgekehrte Verhältnisse wie die Tabellen 1' und 2' zeigen. Die merkwürdigste Tatsache aber ist, daß beim verbänderten Stengel die Epidermis und die äußere Rinde aus beinahe zweimal so großen Zellen bestehen wie beim normalen.

Hier entsteht die Frage, ob die Zellengröße und das Auftreten der Verbänderung in Beziehung zueinander stehen oder nicht. Vielleicht haben alle fasziierten Formen—sowohl die durch die optimale Ernährung in der Wasserkultur, als auch die durch Unterernährung hervorgerufenen Formen—annähernd gleiche Zellengröße. Um hier einen Einblick zu erhalten, habe ich jede Reihe der Wasserkulturpflanzen auf ihre Zellengröße hin gemessen. Die Resultate geben folgende Tabellen:

(A) Querschnitt Längsschnitt
1.) Verbänderte Exemplare.

Namen der Kult. Reihe	Epider- mis	Rinde	Mark		Epider- mis	Rinde	Mark
0,1 $\frac{1}{100}$ Lös.	5,79	18,68	18,56		11,72	31,33	22,64
0,5 $\frac{1}{100}$ „	5,25	14,95	21,06		6,27	26,56	21,85
1,0 $\frac{1}{100}$ „	3,64	8,80	15,83		5,65	21,22	15,68
2,0 $\frac{1}{100}$ „	3,84	13,00	17,37		8,87	31,56	19,15
5,0 $\frac{1}{100}$ „	4,38	11,89	18,59		5,78	28,40	21,50
10,0 $\frac{1}{100}$ „	2,68	8,96	14,87		5,33	22,00	24,95

Querschnitt

Längsschnitt

2.) Normale Exemplare.

Namen der Kult. Reihe	Epidermis	Rinde	Mark		Epidermis	Rinde	Mark	
0,1 $\frac{0}{00}$ Lös.	6,06	12,98	21,55		10,25	33,09	23,84	
0,5 $\frac{0}{00}$ „	5,06	8,58	16,81		7,75	30,29	20,11	
1,0 $\frac{0}{00}$ „	4,12	9,52	17,00		10,90	25,17	21,60	
2,0 $\frac{0}{00}$ „	6,84	17,41	26,27		13,50	34,31	25,46	
5,0 $\frac{0}{00}$ „	4,81	13,82	25,11		10,97	41,41	32,14	
10,0 $\frac{0}{00}$ „	4,34	12,68	24,63		9,80	29,90	22,43	

(B) Querschnitt

Längsschnitt

1.) Verbänderte Exemplare.

Namen der Kult. Reihe	Epidermis	Kollenchym	Rindenparenchym	Gefäß	Mark	Epidermis	Rinde	Mark
0,1 $\frac{0}{00}$ Lös.	4,54	11,98	20,09	5,28	16,14	8,92	37,00	21,81
2,0 $\frac{0}{00}$ „	5,48	6,26	14,33	5,82	23,06	7,53	38,07	22,39
10,0 $\frac{0}{00}$ „	3,93	5,07	11,27	8,48	15,00	9,40	30,45	18,18

Querschnitt

Längsschnitt

2.) Normale Exemplare.

Namen der Kult. Reihe	Epidermis	Kollenchym	Rindenparenchym	Gefäß	Mark	Epidermis	Rinde	Mark
0,1 $\frac{0}{00}$ Lös.	8,12	9,83	20,53	10,21	25,08	8,25	33,90	23,16
2,0 $\frac{0}{00}$ „	5,28	7,77	13,83	11,93	19,57	9,15	41,50	20,33
10,0 $\frac{0}{00}$ „	5,62	8,00	13,91	11,63	19,33	12,40	43,22	29,00

(Obige Zahlen geben alle den Durchschnitt der verschiedenen Zellmessungen an.)

Aus Tabelle A kann man deutlich erkennen, daß die Zellengröße bei beiden Typen, besonders in der Epidermis, geneigt ist, sich mit steigender Konzentration der Nährlösung zu verkleinern. Auch Tabelle B zeigt das. Nur die Durchmesser der Gefäße nehmen hier wie bei den faszierten allmählich zu. Überdies

zeigen die beiden Tabellen die auffällige Tatsache, daß beim faszierten die Rindenparenchym- und Kollenchymzellen mit zunehmender Konzentration der Nährlösung allmählich und merkwürdig kleiner werden, und daß die Zellengröße bei 10,0‰ Lösung zu der bei 0,1‰ Lösung im Verhältnis von 1:2 steht, während sie sich beim normalen fast nicht verändert. Deshalb scheint mir die Verkleinerung der Rindenzellen mit den günstigen Bedingungen für das Auftreten der Verbänderung Hand in Hand zu gehen, obwohl ich leider andererseits die starke Verlängerung dieser Zellen beim faszierten nicht konstatieren konnte.¹⁾ Dieser Unterschied mag von dem verschiedenen Entwicklungsstadium der Versuchspflanzen kommen. Der erste Versuch (S. 41–42) wurde an ausgewachsenen Pflanzen vorgenommen, während zum anderen (S. 42–43, Tabelle A u. B) noch unausgewachsene Gewächshauspflanzen benutzt wurden.

Was wir aus obigen Tabellen noch ersehen können, ist, daß die normalen Formen an Zellengröße immer die faszierten übertreffen. Nur die 0,1‰ und 0,5‰ Reihe bilden eine Ausnahme, da bei ihnen die Rindenparenchym oder die Kollenchymzellen der verbänderten Exemplare im Durchmesser bedeutend größer sind als bei den normalen. Das scheint ein Befreiungsweg der künstlich veranlaßten Zwerge gegen die äußeren Bedingungen zu sein.

Da die Fasziation von *Pharbitis hederacea* Cnors. deutlich erblich ist, entsteht die Frage: Wie wird sich die Zellengröße bei Bastarden beider Typen zueinander verhalten? Um diese Frage entscheiden zu können, müssen wir folgende Daten im Auge behalten:

	Epidermis	äußere Rinde	innere Rinde	Gefäß	Mark	Bemerkung
Querschnitt	4,75	4,92	10,71	8,92	15,30	Breite u. Dicke des Stengels
Längsschnitt	7,59	41,59	—	—	16,27	

(Das Material war jung, aber verbändert und erreichte kaum 6 cm Höhe. Obige Zahlen geben alle den Durchschnitt der verschiedenen Zellmessungen an.)

i.) Tabelle B zeigt, daß die Zellenlänge beider Typen mit steigender Konzentration der Nährlösung zunimmt, daß aber die der faszierten nicht größer als die der anderen ist.

Die Zellengröße vererbt sich scheinbar, da der Durchmesser der Zelle ganz und die Länge beinahe denen des Vatersⁱ⁾ gleichen, namentlich bei den fasziierten Formen (vergl. S. 41–42). Die Länge der Kollenchymzellen haben in diesem jungen Stadium schon fast die des ausgewachsenen, fasziierten Individuums erreicht.

Aus diesen Beobachtungen folgt, daß die fasziierten Formen betreffs der Zellengröße ähnliche Beziehungen zu den normalen haben, wie die zur ersten Gruppe SIERPS gehörigen Pflanzen.

2.) Entwicklungsgeschichte.

Für die Lösung der Frage nach der Ursache der Verbänderung sind die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen unentbehrlich. Bis jetzt sind über diesen Punkt nur Teiluntersuchungen veröffentlicht worden. Von diesem Gesichtspunkt aus gesehen, ist die wichtige Arbeit NESTLERS (19) die einzige. Aber er vernachlässigte meiner Ansicht nach zu sehr die Tatsache, daß zwischen den Keimblättern und der Verbänderungsebene der Hauptsprosse eine bestimmte Beziehung vorhanden ist; mit anderen Worten, er beschränkte seine Untersuchungen auf den Vegetationsscheitel und suchte nicht in der ganzen Entwicklungsgeschichte den Schlüssel für die Lösung des Problems zu finden.

Da ich aber die Tatsache beobachtet habe, daß die Verbänderungsebene fast immer mit der Keimblätterebene zusammenfällt,ⁱⁱ⁾ und falls 3 Keimblätter vorhanden sind, mit der Ebene der beiden Keimblätter übereinstimmt, welche den größeren Winkel einschließen, bemühte ich mich die Entwicklungsgeschichte möglichst genau zu verfolgen. Ich beschränkte meine Untersuchungen auf die Entwicklungsgeschichte nach der Keimung, ließ also die der in Samen eingeschlossenen Keimlinge unbeachtet. Denn ich entdeckte, daß an den nach der Entfaltung der Keimblätter kaum einige Tage alten Keimlingen keine Plumula entwickelt waren. Erst nach einigen Tagen erhob sie sich als

i.) Bei dieser Kreuzung wurde eine Pflanze der verbänderten Formen als Vater benutzt.

ii.) DE VRIES schon beobachtete die gleiche Tatsache bei *Celosia cristata* u. *Crepis biennis*. Er sagt, daß die Ebene der Verbänderung die Medianebene der Kotylen sei (s. Die Mutationstheorie, Bd. II, 1903, S. 562).

Höcker.ⁱ⁾ Die Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte gestalteten sich folgendermassen.

Das Hypokotyl: Die Hypokotylen, welche anfangs mit vier Gefäßbündelgruppen versehen sind, zeigen keine Unterschiede zwischen den beiden Typen. Die Verbänderung beginnt oberhalb der Keimblätter, wenigstens bei dieser Versuchspflanze. Vielleicht ist es aber richtiger zu sagen: Sie beginnt mit den Keimblättern zusammen. Diese vier Gefäßbündelgruppen bilden nach und nach einen geschlossenen Gefäßbündelring. Erst dann kommen die Entwicklungsvorgänge der Hauptsprosse zur Vorschein. Wo dieser Gefäßbündelring in die Hauptsprosse übergeht, treten in der Keimblätterebene zwischen zwei parallel angeordneten Gefäßbündelgruppen zwei sich gegenüberliegende Blattlücken der Kotylen auf (Fig. 20–21). Überraschend erscheint es auch hier, daß sich die Hauptsprosse infolge ihres Verwachsenseins mit den Keimblätterstielen verbunden mit diesen entwickelt, sodaß sie—besonders die stammeignen Gefäßbündelgruppen—uns als Brücke zwischen den beiden Keimblätterstielen erscheint. Die parallel gebliebenen Gefäßbündelgruppen werden bald in der einen, bald in der anderen Richtung durch die Blattlücken unterbrochen. Dadurch treten die vier Gefäßbündelgruppen wieder hervor (Fig. 15), welche nach ihrer Verbindung wieder einen geschlossenen Gefäßbündelring bilden. Hier findet sich die wichtige Erscheinung, daß der so gebildete Gefäßbündelring schon in diesem jüngsten Entwicklungsstadiumⁱⁱ⁾ verbreitert ist (Fig. 16–17). So erklärt sich sehr einfach und deutlich, daß die Verbänderungsebene bei meinen Versuchspflanzen immer ganz bestimmt ist, d. h. immer mit der Keimblätterebene übereinstimmt. Dann entfernen sich die Blättchen mit eigenen Blattgefäßbündeln von der Sprosse (Fig. 15). Damit hört das Verwachsensein der Keimblätterstiele mit der Sprosse auf.

Der Stengel: Am stammeignen Gefäßbündelring sieht man

-
- i.) Dies ist jedoch an zahlreichen Materialien noch weiter zu untersuchen.
 - ii.) Der Sproß erreichte kaum 1 cm Höhe, und seine Spitze war kaum sichtbar, da der ganze Sproß in der "Keimblattstielseide", wenn wir dieses Wort gebrauchen dürfen, eingeschlossen war.

öfters einige Höcker, welche später als Blattgefäßbündel in die Blätter eintreten (Fig. 15, 18, 19). Der Stengel selbst ist wegen der Blattvermehrung¹⁾ schwach links gedreht, stimmt also mit den späteren Drehungen des faszierten Stengels und mit den kreisenden Bewegungen des normalen Stengels ganz überein. Daneben ist es eine wichtige Tatsache, daß die Stengel selbst stark dazu neigen, an Breite und Dicke, besonders an Breite, nach oben zu abzunehmen (Fig. 18–19). Ich konnte leider bei diesem Material diese Erscheinung nicht bis zum Scheitel verfolgen, da ich den obersten Teil des Stengels verloren hatte.

Ein anderes Exemplar, dessen Hauptsproß oberhalb der Keimblätter 2 cm lang war, zeigte mir eine gute Querschnittsansicht der Spitze des Stengels. Danach scheint die Vegetationslinie wenigstens im frühesten Entwicklungsstadium der verbänderbaren Pflanzen nicht zu existieren. Aus jenen Querschnittsansichten kann man leicht ersehen, daß sich, je weiter man die Querschnittsreihe von der Spitze nach unten verfolgt, desto mehr die Sprosse verbreitert, indem sich das Gefäßbündel des Stengels durch Verbindung mit den Mestomsträngen der Blattstiele mehr und mehr nach unten vergrößert (Fig. 33–35 u. 37–39). Das heißt mit anderen Worten, daß die Verbreiterung des Stengels von unten nach oben mit jeder Abtrennung der Blattgefäßbündel von den Mestomsträngen des Stengels geringer wird.

Hier kommt es also, was eine wichtige Bedeutung zu haben scheint,—besonders wenn wir uns erinnern, daß die Gefäßbündel in den Blattstielen der verbänderten Pflanze merkwürdig linienförmig oder bogenförmig angeordnet waren—daß nämlich die jungen Blattstiele, während sie mit dem Hauptsproße verwachsen sind, eine kleine Strecke Längenwachstum verbunden zurücklegen, wie das bei den Keimblattstielen schon der Fall war.

Eine andere etwas ältere Pflanze, deren Hauptsproß oberhalb der Keimblätter 3 cm lang war, hatte eine ziemlich typische Vegetationslinie (Fig. 37). Daraus erklärt es sich, daß das

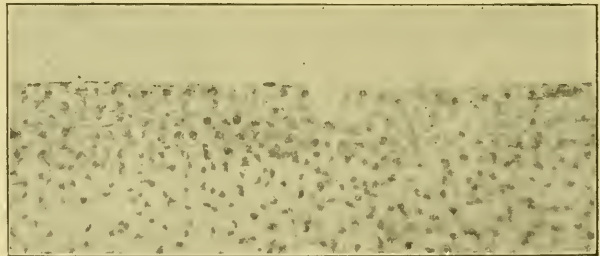
i.) Obwohl diese Erscheinung beim Auftreten der Verbänderung eine wichtige Rolle zu spielen scheint, kann ich noch keine genaue Erklärung über die Blattvermehrung bez. Blattstellung bei der faszierten Pflanze geben.

Auftreten der Vegetationslinie in einigen Entwicklungsstadien der Pflanze mit der Größe der Verbänderungsmöglichkeit sehr innig verknüpft ist. Bei starker Neigung zur Verbänderung wird die Pflanze schon im frühesten Entwicklungsstadium, wie kurz nach der Trennung des jungen Hauptstengels von den Keimblättersielen, ja sogar noch im Verwachsensein dieser Organe eine eigenartige Verflächung des Vegetationsscheitels zeigen. Bei geringer Neigung dagegen tritt die Verflächung langsam auf, und erst mit zwei sich zufällig gegenüberliegenden Blättern tritt die Verbreiterung des Vegetationsscheitels in gleicher Weise wie bei den Keimblättern ein. In diesem Fall mag die Vegetationslinie nicht immer mit der Keimblätterebene übereinstimmen. Ich konnte aber fast keine solchen Exemplare beobachten.

Ich beschränkte meine Untersuchung über den Vegetationsscheitel der jungen Pflanze auf die Querschnittsansicht, und kann nicht sagen, wie der Vegetationsscheitel in diesem Entwicklungsstadium im Längsschnitt aussieht.

Bei ausgewachsenen Pflanzen kann man leicht den Stammscheitel als Vegetationslinie oder als Vegetationskamm oder auch

Fig. 3. Stück einer Vegetationslinie.
(Längsschnitt parallel zur Verbänderungsebene.)
YAMAGUCHI phot.



in ähnlicher Gestalt erkennen (Fig. 24-26). Die Längsschnittsansichten der Vegetationslinie, welche senkrecht zur Verbänderungsebene gemacht wurden, zeigten fast alle die normale Gestalt des Vegetationskegels des normalen Stengels, wie auch NESTLER (19) und STREITWOLF (26) beobachtet haben. Von dieser Gestalt aber wich die Vegetationslinie infolge des Verwachsenseins der Blättchen mit der Gegend des Vegetationsscheitels vielfach ab (Fig. 28-30).

Im Querschnitt sieht man einen strichförmigen Raum, an

welchen sich auf beiden Seiten zahlreiche Blättchen drängen. Wenn man diese Querschnittsreihe von der Spitze nach unten verfolgt, kann man einige gute Querschnittsansichten der Vegetationslinie erhalten. In diesen Querschnittsansichten der Vegetationslinien findet sich eine lebhafte Zellteilung, besonders nach die Richtung der Verbänderung, wie z. B. am Dermatogen (Fig. 23) oder am Periblem (Fig. 22). Auch in der Richtung rechtwinklig zur Verbänderung findet sich nicht selten eine lebhafte Zellteilung, die aber doch schwächer ist als die oben erwähnte.

Im Längsschnitt parallel zur Verbänderungsebene sieht man eine eigentümliche, teils wellenförmig, teils gerade verlaufende Vegetationslinie, wie das schon NESTLER (19) in seiner Arbeit angegeben hat (Fig. 24–27). Am Dermatogen herrscht lebhafte, antiklyne Zellteilung, am Periblem mit gleicher Lebhaftigkeit aber besonders die periklyne, während die antiklyne Zellteilung hier etwas schwächer ist (Fig. 40). Z. B. erhielt ich folgende Zahlen:

Nr. der Präparaten	I	II	III	IV	V
periklyne Zellteilung am Periblem	21	19	10	13	7
antiklyne Zellteilung am Periblem	10	16	13	14	3

Die normalen Formen :

Im Gegensatz zu den verbänderten Formen beginnt bei den normalen Formen das stammeigene Gefäßbündel bald nach Eintritt der Blattspurstränge der Keimblätter die Blattbündel zu verschließen (Fig. 6–7). Das hat seinen Grund in dem geringeren Vorhandensein oder dem völligen Fehlen der Verwachsung der Keimblätterstiele mit dem Stengel und hat wahrscheinlich zur Folge, daß an den Kotyledonen keine Blattstielscheide ausgebildet wird. Dabei scheint mir auch die geringere Zahl der Blätter, d. s. die langen Internodien, keine kleine Rollen zu spielen, denn das Raumverhältnis wird dadurch stark verändert. Obwohl der frühzeitigere Verschluß des Gefäßbündels zuweilen auch bei den verbänderten Formen auftritt, kann man ihn leicht von dem der normalen Formen unterscheiden. Bei den normalen Formen

finden sich nie unregelmäßig geformte Gefäßbündelringe, bei den verbänderten Formen dagegen sind sie selbst bei frühem Schluß des Gefäßbündels die Regel.

VII. Schlußbemerkungen und Zusammenfassung.

Nun sind wir so weit, aus den vorstehenden Ergebnissen über das Auftreten der Verbänderung eine Folgerung ziehen zu können. Auf die Frage, ob die Verbänderung die Verbreiterung eines zylindrischen Stammes ist oder die Verwachsung zahlreicher Sprosse, können wir mit Bestimmtheit sagen, daß sie—wenigstens am basalen Teile—die Verbreiterung eines zylindrischen Stammes ist. Es ist aber sehr gewagt zu behaupten, daß auch die weitere Entwicklung die Verbreiterung eines einzigen Sprosses sei. Denn wenn auch aus den vorstehenden Ergebnissen (s.S. 29) hervorgeht, daß die Verbreiterung des Stammes auch aus der Verteilung des Vegetationspunktes hervorgehen kann, so deuten doch die zahlreichen im Durchmesser kleineren, in der Länge größeren Zellen fasziierteter Stengel auf eine Verwachsung mehrerer Sprosse hin.

Es ist wohl ein großes Hindernis dazu, die Verbänderung als Verwachsung mehrerer Sprosse zu erklären, daß die Verteilung der Lage des Vegetationspunktes immer in der Verbänderungsebene verfolgt. Die vorliegenden Ergebnisse über die parallele Anordnung des Gefäßbündels und das wahrscheinliche Druckverhältnis durch die in der Blattstielscheide der Kotyledonen zusammengedrängten Blättchen werden einiges zur Aufhellung dieser Ansicht beitragen. Wenn es aber möglich wäre zu beweisen, daß diese Reize dauernd auf den Vegetationskegel wirken, dann ist es meiner Ansicht nach durchaus folgerichtig, sich vorzustellen, daß in diesem Falle statt der zahlreichen Vegetationspunkte eine ununterbrochene Vegetationslinie entsteht. Aber es ist doch die Frage, ob ein solch unbedeutender mechanischer Reiz später jene große Verbreiterung des Vegetationskegels hervorufen kann. Hier ist wahrscheinlich noch eine andere Ursache vorhanden.

Was hier unsere Beachtung besonders stark verdient, ist die Verwachsung der Blattstiele mit dem Stengel und die Blattvermehrung. Obwohl die Ursache dieser Erscheinungen unbekannt ist, scheinen sie mir beim Auftreten der Verbänderung eine große Rolle zu spielen.

Durch die vorstehenden Ergebnisse kam ich vielmehr zu der Ansicht, daß die Verbänderung meiner Versuchspflanze allein die Verbreiterung eines einzigen Stengels sei. Die Pflanze verbreitert sich sowohl an der Spitze, als auch an der Basis des Stengels durch denselben Mechanismus, indem der obere Teil des Stengels durch das Vorhandensein der Verwachsung mit den zahlreichen Blattstielen stark in derselben Weise zur Verbreiterung veranlaßt wird wie der basale Teil des Stengels durch die Keimblätterstiele. Nur tritt die Verbreiterung des Stammscheitels nicht so früh und stark ein wie an der Basis des Stengels, da es im oberen Teile des Stengels sehr selten vorkommt, daß sich gleichzeitig 2 Blätter in einer Ebene einander gegenüberstehend entwickeln. Die Richtung der Verbänderung ist schon im frühesten Entwicklungsstadium durch ihren Mechanismus bestimmt. Wielange sich die Verbänderung so jung verbänderter Stengel in der Weiterentwicklung erhält, dabei ist die Blattvermehrung, d.i. die Verkürzung der Internodien des Stammes, wichtig und bedeutungsvoll, da eine zu kleine Zahl der Blätter, d.i. eine zu große Verlängerung der Internodien, den schon verflächten Gefäßbündelring zur normalen Entwicklung zurückkehren lassen kann. Zwar kann ich behaupten,—wenigstens über die Verbänderungsmechanik—daß, je stärker die Blattvermehrung ist, desto stärker auch die Verbänderung ist.¹⁾ Ja, die Verflächung des Stammes ist eine zweckmäßige Mechanik für die Entwicklung der größten Oberfläche bei geringster Zunahme der Querschnittsfläche des Stammes, um den stark vermehrten Blättern den nötigen Raum zu bieten.

Durch diese Mechanik wird der Vegetationsscheitel, wenn auch zuweilen sehr langsam, endlich doch verbreitert, womit dann

i.) Was die erste Rolle beim Auftreten der Verbänderung spielt, ob die Blattvermehrung oder die Verbänderungsmöglichkeit, das ist natürlich eine andere und sehr schwierige Frage.

die Vegetationslinie zum Vorschein kommt. Nach Ausbildung der Vegetationslinie wird die Verbreiterung schneller und leichter zustande kommen. Als ein besonderer Fall, z. B. bei der Verbänderung von Exemplaren mit starker Neigung zur Verbänderung, ist es denkbar, daß die Vegetationslinie sofort nach oder sogar schon während des Verwachsenseins der Keimblätterstiele mit dem Stengel in der Keimblätterstielscheide hervortritt.

Es ist aber klar, daß meine oben erwähnte Ansicht nicht die ganze Ursache der Verbänderung enthält, sondern nur die mechanische Ursache. Was das Verwachsen der Blattstiele mit dem Stengel, die Blattvermehrung, die starke Lebenskraft u. s. w. veranlaßt, bleibt noch völlig unbekannt. Dazu sind genaue Untersuchungen über die Unterschiede der Assimilationsfähigkeit der anorganischen und organischen Nährsubstanzen,¹⁾ über die Reservestoffe in den Samen, über die cytologischen Verhältnisse (z. B. der Chromosomenzahl) beider Typen notwendig. Auch dazu hoffe ich, einiges beitragen zu können.

Zum Schluß seien im Folgenden die wichtigsten Resultate kurz zusammengestellt:—

1. Die 1,0⁰/₀₀, 2,0⁰/₀₀ und besonders die 5,0⁰/₀₀ Konrsche Nährlösung sind dem Auftreten der Verbänderung günstig. Die höheren Konzentrationsgrade hindern die Entwicklung der Pflanzen.
2. Beim niedrigsten Grade hat in meiner Versuchsreihe die Entwicklung der faszierten Pflanzen ganz aufgehört, obgleich sich die normalen Pflanzen unter denselben Bedingungen ziemlich gut entwickelten. Ich z. B. habe nie ein Aufhören der Entwicklung bemerkt.
3. Die Dunkelheit hat beinahe keinen Einfluß auf das Auftreten der Verbänderung.

i.) Da die normalen Formen in ihrem durchschnittlichen Trockengewicht bei allen Wasser- u. Sandkulturversuchen die faszierten überragen, scheinen mir Differenzen in der Assimilationsfähigkeit zu existieren. Dies läßt auch die dem jungen Normalstengel ähnliche Struktur des verbänderten Stengels u. die Blattvermehrung vermuten. Deutet das nicht an, daß in Bezug auf die Kohlensäureassimilation, bez. die Kohlenhydrate u. die Mineralstoffaufnahme zwischen beiden Typen quantitative Unterschiede bestehen?

4. Durch die Köpfung normaler Exemplare ist Verbänderung nicht hervorzurufen.
 5. Durch die Längsspaltung des Stammscheitels kommt eine schwache Verbänderung an der Spaltstelle zustande.
 6. Die Entfernung der Blüten hat einen die Verbänderung fördernden Einfluß. Die Entfernung der Blätter hat einen unbestimmten Einfluß. Die Entfernung der Wurzeln hat zur Folge, daß die bereits verbänderte Pflanze ein wenig neigt, zur normalen Entwicklung zurückzukehren.
 7. Die Struktur des Holzteils ist bei verbänderten Exemplaren lockerer und schlanker als bei normalen.
 8. Bei verbänderten Pflanzen findet sich im Querschnitt eine relative Zunahme der Gefäßbündelfläche.
 9. Die Zellen fasziierter Exemplare sind kleiner, aber länger als die normaler. Die Zellengröße ist deutlich vererbungs-fähig.
 10. Die Verbänderungsebene ist vom frühesten Entwicklungsstadium an durch die eigentümliche Entwicklungsmechanik genau bestimmt.
 11. Auf dem ausgewachsenen, faszierten Stamme ist eine deutliche Vegetationslinie vorhanden. Sie wird durch die Verwachsung der Blattstiele mit dem Stengel und die Blattvermehrung im frühen Entwicklungsstadium ausgebildet. Die Verwachsung der Blattstiele mit dem Stengel und die Blattvermehrung im frühen Entwicklungsstadium können also als die mechanischen Ursachen der Verbänderung bezeichnet werden.
-

Literaturverzeichnis.

1. Amelung, E., Über mittlere Zellengröße. (Flora, Bd. 77, 1893, S. 176.)
2. Artari, Alex., Der Einfluß der Konzentration der Nährlösungen auf die Entwicklung einigen Algen, I. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 40, 1904, S. 593.)
3. Vinc Borbás, Fasciatio a fünfén Lecson Kétoés Köretkeztében (Ref. in Bot. Centralb., 1880, No. 31.)
4. Buchenau, F., Eine Verbänderung des Stengels bei *Jasione montana*, und ihre Bedeutung für die Entstehung dieser Bildungsabweichungen. (Ref. in Justs Jahresb., XIX, 1891, S. 546.)
5. Gagnepain, Nouvelles note teratologiques. (Ref. in Justs Jahresb., XXII, 2, 1894, S. 217.)
6. Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen. I. Teil, 1889, S. 94.
7. Goverts, W. J., Über die Verbänderung bei *Alnus incana*. (Ref. in Justs Jahresb., XXI, 2, 1893, S. 265.)
8. Hincks, W., On the Nature of fasciated Stems. (zitiert in Masters Vegetable Teratology, 1869.)
9. Hus, H., Fasciation in *Ovalis crenata* and experimental production of fasciation. (Ref. in Justs Jahresb., XXXIV, 2, 1906, S. 687.)
10. Jacobasch, E., Über Fasciation. (Ref. in Justs Jahresb., XXIII, 2, 1895, S. 259.)
11. Kōketsu, R., Studien über die Milchröhren und Milchzellen einiger einheimischer Pflanzen. (Journ. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. XXXV., Art. 6.)
12. Kōriba, Kwan, Über die individuelle Verschiedenheit in der Entwicklung einiger fortwachsenden Pflanzen mit besonderer Rücksicht auf die Außenbedingungen. (Journ. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. XXVII., Art. 3.)
13. Lamarlière, Sur la production expérimentale de tiges et d'inflorescences fasciées. (Ref. Justs Jahresb., XXVII, 2, 1899, S. 347.)
14. Lopriore, G., Künstlich erzeugte Verbänderung bei *Phaseolus multiflorus*. (Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XXII, 1904, S. 394.)
15. „ „, Verbänderung infolge des Köpfens. (Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XXII, 1904, S. 304.)
16. Meehan, T., The law of fasciation & its relation to sex in plants. (Ref. in Justs Jahresb., IV, 1876, S. 616.)
17. Mezzana, N., Sopra un caso di fasciazione nel fusto di *Cucurbita Pepo*. (Bull. d. Soc. Bot. Italiana, 1899., Ref. in Justs Jahresb., XXVII, 2, 1899, S. 349.)
18. Miyoshi, M., Vorlesungen über Botanik (Japanisch). 3. Aufl., Bd. II, 1911, S. 367–372.
19. Nestler, A., Untersuchungen über Fasciationen. (Oestr. Bot. Zeits., XLIV, 1894, S. 343.)
20. Reed, T., Some points in the morphology and physiology of fasciated seedlings. (Ann. of Bot., Vol. XXVI, No. CII, 1912, P. 389.)

21. **Russel, W.**, Observation sur quelques cas de fasciation. (Ref. in **Justs Jahresb.**, XXII, 2, 1894, S. 217.)
22. **Schulow, Iw.**, Versuche mit sterilen Kulturen höherer Pflanzen. (Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XXXI, 1913, H. 3, S. 97.)
23. **Schwendener, S.**, Mechanische Theorie der Blattstellungen.
24. **Shibata, K.**, Beiträge zur Wachstumsgeschichte der Bambusgewächse. (Journ. Coll. Sc. Imp Univ. Tokyo, Vol. XIII, S. 427.)
25. **Sierp, H.**, Über die Beziehungen zwischen Individuengröße, Organgröße und Zellengröße, mit besonderer Berücksichtigung des erblichen Zwergwuchses. (Ref. in Zeits. f. Bot., VII, H. 2, 1914, S. 179.)
26. **Streitwolf, M.**, Über Fasciation. 1912.
27. **De Vries**, Sur la culture des fasciations des espèces annuelles et biannuelles. (Rev. gén. d. bot., XI, 1899, P. 136.)
28. „ „, Eine Methode Zwangsdrehung aufzusuchen. (Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., XII, 1894, S. 25.)
29. „ „, Über die Abhängigkeit d. Fasciation vom Alter bei zweijährigen Pflanzen. (Bot. Centr., LXXVII, 1899, S. 289.)
30. „ „, Die Mutationstheorie, Bd. II, 1903, S. 541.
31. „ „, Over de erfelykheid der fasciatien. (Botanisch Jaarb., 1894.)
32. **Vöchting, H.**, Über die Bedeutung des Lichtes für die Gestaltung blattförmiger *Cacteen*. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 26, 1894, S. 438.)
33. **Warming**, Recherches sur la ramification des phanerogames etc. (Ref. in **Justs Jahresb.**, I, 1873, S. 230.)
34. **Worsdell, W. C.**, "Fasciation"; its Meaning and Origin. (The new phytologist, Vol. IV, Nos. 2 & 3, 1905, P. 55.)

Inhaltverzeichnis.

	S.
I. Einleitung und Literarisches....	1
II. Beschreibung der Versuchspflanze.	4
III. Kulturversuche.	8
1.) Wasserkultur.	9
2.) Sandkultur.	20
3.) Kultur im Dunkeln.	27
IV. Effekte der Operationen.	28
V. Korrelationsercheinungen	29
VI. Anatomie und Entwicklungsgeschichte.	32
1.) Anatomie	32
a.) Allgemeines.	32
b.) Über die Zellengröße.	40

2.) Entwicklungsgeschichte.	45
VII. Schlußbemerkungen und Zusammenfassung.	50
<hr/>	
Literaturverzeichnis.	54

September am 30, 1916.

Y. Yamaguchi :
ÜBER DAS AUFTRETEN DER VERBÄNDERUNG.

TAFEL I.

Erklärung von Tafel I.

- Fig. 1.** ($\times 200$) Kollenchym eines normalen Stammes, eine in Kollenchym eingeschlossene Milchröhre zeigend. *ml*. Milchröhre.
- Fig. 2.** ($\times 200$) Teil eines Querschnittes durch den Stengel der verbänderten Formen. *b*. Bastzellen, *ph* Phloemteil, *h* Holzteil.
- Fig. 3—5.** ($\times 27$) Querschnittsreihe durch den künstlich veranlaßten faszierten Stengel. *m* Mark, *g* Gefäßbündel.
- Fig. 3. Querschnitt durch die Hauptsproße, nicht verändert.
- Fig. 4. Querschnitt durch den verflächten Teil des Stengels.
- Fig. 5. Querschnitt durch die Spaltstelle.
- Fig. 6—7.** ($\times 15$) Querschnittsreihe zur Entwicklungsgeschichte der normalen Formen.
- Fig. 6. Noch nicht geschlossenen stammeignen Gefäßbündelring zeigend.
bg Blattgefäßbündel, *g* stammeigne Gefäßbündel.
- Fig. 7. Fast geschlossenen stammeignen Gefäßbündelring zeigend.
- Fig. 8.** ($\times 400$) Plattenkollenchym eines faszierten Stammes. *e* Epidermis, *sbe* subepidermale parenchymatische Zellschicht, *pc* Plattenkollenchym.
- Fig. 9.** ($\times 15$) Querschnitt durch den typisch faszierten Stengel.
b Bastring, *h* Holzteil.
- Fig. 10.** ($\times 330$) Polyadelphische Stärkekörner im faszierten Mark.
- Fig. 11.** ($\times 21$) Querschnitt durch einen ausgewachsenen, normalen Stengel mit beinahe bilateralen Gefäßbündeln.
b Bastring, *t* Tracheen, *p* im Gefäßteile eingeschlossene parenchymatische Gewebe, *m* Mark, *mh* Markhöhle.
- Fig. 12.** ($\times 330$) Verschiedene Verdickung normaler Bastzellwände.
b Bastzelle, *d* Durchlaßzelle.
- Fig. 13.** ($\times 21$) Querschnitt durch normalen Griffel. *lb* Leitungs-bündel, *lg* Leitungs-gewebe.
- Fig. 14.** ($\times 21$) Querschnitt durch den faszierten Griffel.
- Fig. 15—19.** Querschnittsreihe zur Entwicklungsgeschichte der Verbänderung.
- Fig. 15. ($\times 15$) 4 Gefäßbündelgruppen am Hauptstengel zeigend.
bg Blattgefäßbündel, *g* stammeignes Gefäßbündel.
- Fig. 16. ($\times 15$) Oberhalb der vorigen, den geschlossenen und verflächten Gefäßbündelring zeigend.
- Fig. 17. ($\times 15$) Desgleichen, oberhalb des vorigen. *bl* Blättchen.
- Fig. 18. ($\times 27$) Desgleichen, weiter oberhalb, Keimblätter ungezeichnet.
- Fig. 19. ($\times 27$) Desgleichen, noch weiter oberhalb. *s* Hauptstengel.
- Fig. 20—21.** ($\times 15$) Eine andere Querschnittsreihe zur Entwicklungsgeschichte der Verbänderung, parallel angeordnete Gefäßbündelgruppen des Hauptstengels zeigend.

Fig. 1.

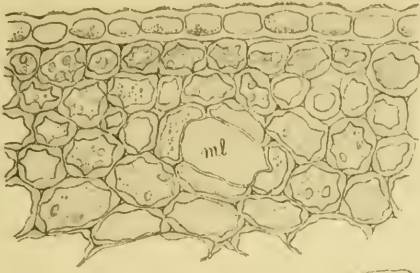


Fig. 2.

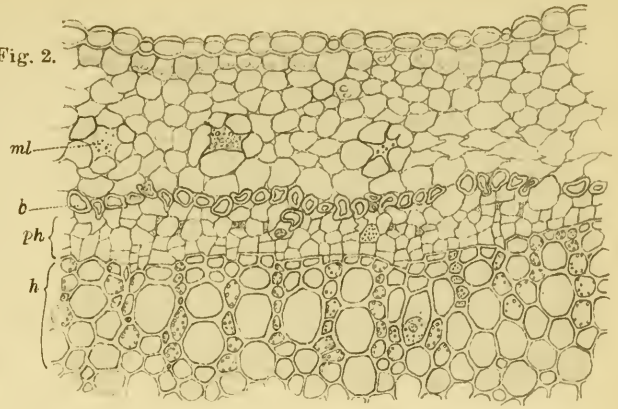


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 17.



Fig. 15.



Fig. 5.

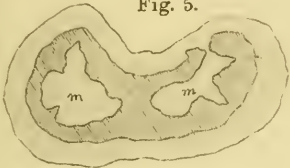


Fig. 19.

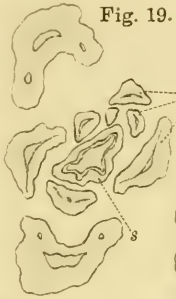


Fig. 18.



Fig. 14.

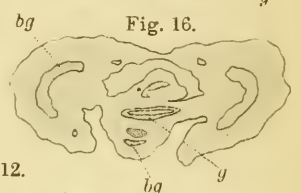


Fig. 16.

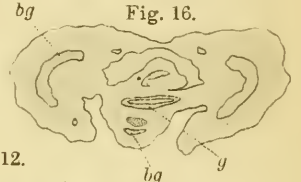


Fig. 7.

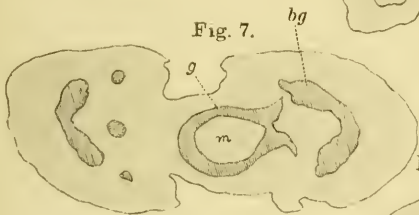


Fig. 13.

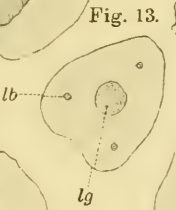


Fig. 6.



Fig. 11.

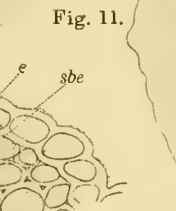


Fig. 12.

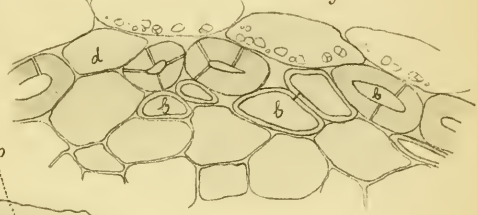


Fig. 20.

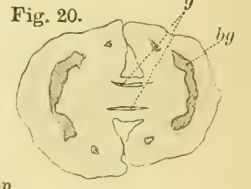


Fig. 8.

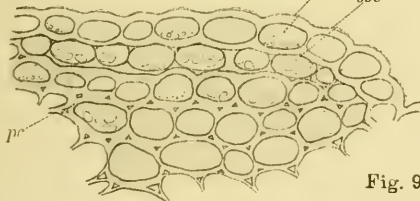


Fig. 9.



Fig. 21.

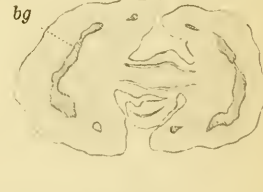
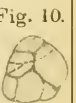


Fig. 10.



Y. Yamaguchi :
ÜBER DAS AUFTRETEN DER VERBÄNDERUNG.

TAFEL II.

Erklärung von Tafel II.

- Fig. 22.** ($\times 390$) Teil eines Querschnittes durch die Vegetationslinie, das Periblem zeigend. *a* Zellteilung nach der Richtung der Verbänderung. *b* Zellteilung, die zu *a* rechtwinklig ist.
- Fig. 23.** ($\times 415$) Desgleichen, das Dermatogen zeigend.
- Fig. 24—27.** Längsschnitte parallel zur Verbänderungsebene, Vegetationslinien zeigend.
Fig. 24 u. 27. ($\times 26$)
Fig. 25 u. 26. ($\times 60$)
- Fig. 28—30.** ($\times 65$) Längsschnitte senkrecht zur Verbänderungsebene, Formänderungen des Stammsscheitels durch die Entstehung der Blättchen zeigend.
- Fig. 31—32.** ($\times 15$) Querschnitte durch die Blattstiele der fasziierten Formen.
b Blattgefäßbündel.
- Fig. 33—35.** ($\times 33$) Querschnittsreihe durch einen Stammsscheitel, dessen Stengel oberhalb der Keimblätter nur 2 cm lang war.
Fig. 33. Spitze des Stengels.
Fig. 34. 10 μ unterhalb der Spitze.
Fig. 35. 20 μ unterhalb der Spitze.
s Stengel, *bl* Blättchen.
- Fig. 36.** ($\times 15$) Querschnitt durch den Blattstiel der normalen Formen.
- Fig. 37—39.** ($\times 33$) Querschnittsreihe durch einen Stammsscheitel, dessen Stengel oberhalb der Keimblätter 3 cm lang war. Das Verhältnis zwischen Blattstielen und Stengel zeigend.
Fig. 37, Fig. 38 u. Fig. 39 beziehungsweise unterhalb der vorigen.
- Fig. 40.** ($\times 760$) Teil der in Fig. 25 gezeichneten Vegetationslinie.
a antiklyne Zellteilung, *b* periklyne Zellteilung, *c* periklyne Kernteilung.

Fig. 22.



Fig. 23.



Fig. 24.

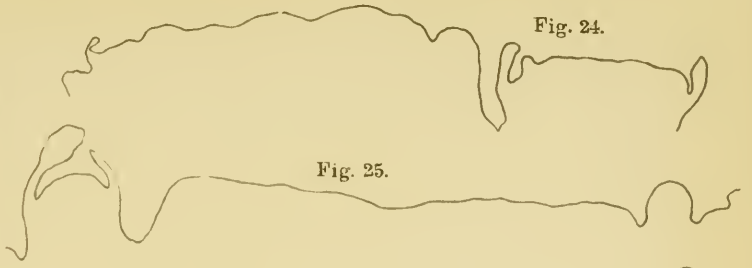


Fig. 25.

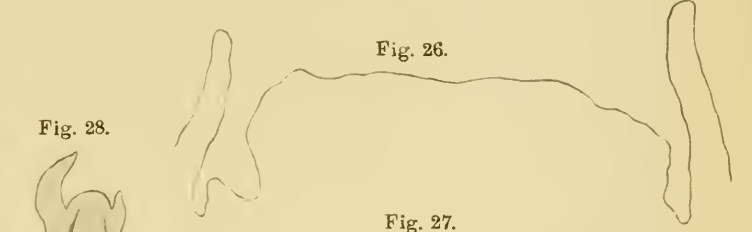


Fig. 26.

Fig. 28.



Fig. 27.

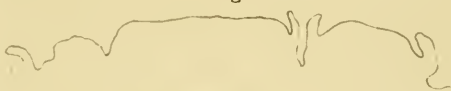


Fig. 29.



Fig. 30.



Fig. 30.

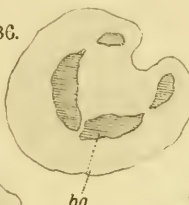


Fig. 37.

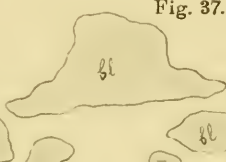


Fig. 33.



Fig. 34.

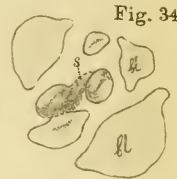


Fig. 35.

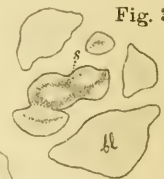


Fig. 31.



Fig. 38.

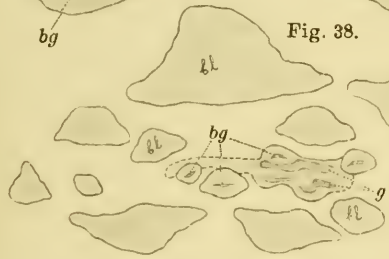


Fig. 39.

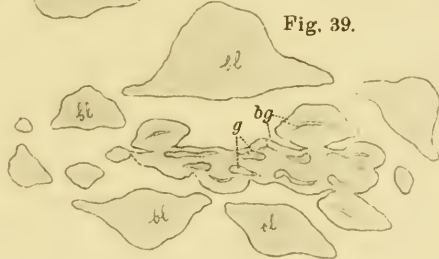
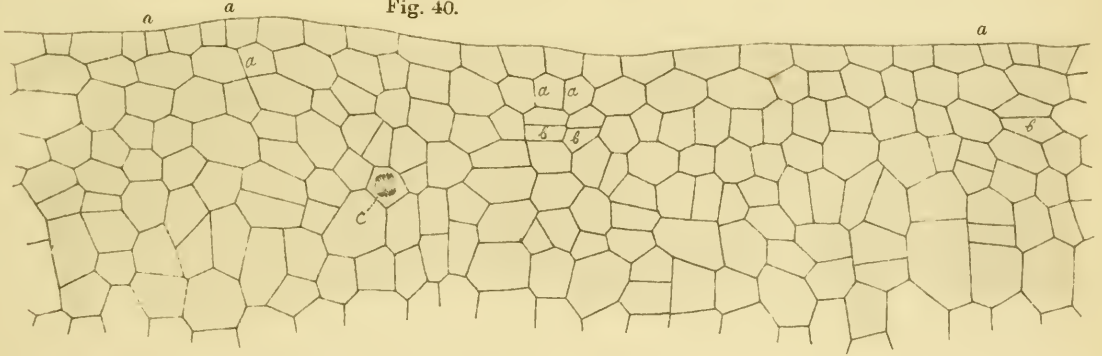


Fig. 32.



Fig. 40.



Untersuchungen über die chemischen Bedingungen für die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane bei einigen Hefen.

Von

Kendo SAITO, *Rigakuhakushi*.

I. Einleitung.

Aus den Untersuchungen von KLEBS und seiner Schule geht hervor, dass die verschiedensten Algen und Pilze lange Zeit kultiviert und dabei durch Aenderung der chemischen Bedingungen gezwungen werden können, je nach dem Willen des Experimentators geschlechtliche oder ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane zu bilden. Was die Schimmelpilze anbetrifft, so hat BACHMANN (I) bei *Thamnidium elegans* ermittelt, dass die Nährbedingungen zur Bildung resp. Unterdrückung bestimmter Sporangienformen zu führen vermögen; die Ueberfütterung mit stickstoffhaltigen Substanzen veranlasst neben den Endsporangien dieser Mukorinee dichotom verzweigte Seitenäste mit kleinen, früh erscheinenden Sporangiolen, während die an Kohlenhydraten oder Fetten reichen Nährsubstrate dahin wirken, dass die Sporangiolen grösser werden und sich mit zahlreichen Sporen, Kolumella und partieller Verquellung der Membran versehen. Nach RACIBORSKI (I) ist die Wachstumsweise des *Basidiobolus ranarum* sehr reaktionsfähig gegen chemische Substanzen. Von seinen Untersuchungen ist hier besonders zu erwähnen, dass der Pilz in einer Nährlösung mit Methylalkohol, Glyzerin, Erythrit, Dulzit, Mannit, Galaktose, Milchzucker, Inulin, Glykogen oder Stärkekleister eine lebhaft Zygotenbildung erfolgen lässt.

Ueber den chemischen Einfluss des Nährstoffes auf die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane fand KLEBS (I) bei *Eurotium repens*, dass die Ausbildung der Konidienträger sehr von dem Vorhandensein gewisser Nährstoffe abhängt, wobei die Quantität und Qualität dieser wichtig sind; besonders ist eine gewisse Zuckerkonzentration oder ein gewisser Kohlenhydratreichtum des Substrats erforderlich. Ein Zusatz von anorganischen Salzen wie Kalisalpeter, Kochsalz, wirkt in ähnlicher Weise wie Kohlenhydrate, so dass man dadurch die Schwelle der Zuckerkonzentration herabdrücken kann. Die Ausbildung reifer Perithezien ist an eine grössere Menge von Nahrung gebunden als die der Konidien; am reichlichsten erscheinen die Perithezien in 20% Glukose. Nach KLEBS ist die Bildung der Sporangien von *Mucor racemosus* in sehr hohem Grade von der Quantität und Qualität der äusseren Ernährungsbedingungen unabhängig, aber bezüglich der Gestalt seiner Sporangienträger zeigt er deutliche Beeinflussung durch Zuckerkonzentration. Auch die Bildung der Gemmen wird ausser durch die Temperatur auch durch die Quantität und Qualität der Nährstoffe beeinflusst.

KLEBS (II) ermittelte über die chemischen Reizwirkungen auf die Ausbildung von Sporangien und Zygoten bei *Sporodinia grandis* folgendes. Stickstoffreiche Substrate begünstigen die Sporangienbildung, während die Zygotenbildung besonders durch Kohlenhydrate unterstützt wird, allerdings je nach dem geometrischen Bau der Moleküle von angewandten Zuckern und Alkoholen nicht in gleicher Weise, so: Dextrose, Fruktose, Saccharose, Galaktose, Maltose, Dulzit, Mannit, Glyzerin und Dextrin sind als Erreger der Zygotenbildung zu bezeichnen, während andere, zum Teil den ebengenannten isomere Verbindungen unwirksam sind, wie Laktose, Raffinose, Sorbit, Sorbinose, Isodulzit, Inulin, Stärke, Lichenin und Glykogen. Spezifisch günstig für die Zygotenbildung sind noch die sauren Salze von organischen Säuren, besonders der Aepfel- und Weinsäure. Bei den einzelnen Stoffen sind aber die unteren Konzentrationsgrenzen für die geschlechtliche Fortpflanzung nicht gleich. Auch die Zygotenbildung begünst-

tigenden Stoffe sind im Vereine mit gewissen Stickstoffquellen äusserst unzuverlässig hinsichtlich der Zygotenbildung geworden.

An derselben Pilzart beobachtete FALCK (I) den bedeutsamen Einfluss der Konzentration auf die Zygotenbildung. Nach ihm ist die genügende Ernährung als allgemeine, die Konzentrationswirkung als spezielle Bedingung der Zygotenbildung wirksam. Es wurde also beobachtet, dass in einem künstlichen Nährsubstrat, das alle für das Leben von *Sporodinia grandis* nötigen Nährstoffe in geringen Mengen enthält, durch eine einseitig gesteigerte Zugabe von Traubenzucker (25—50%) oder Pepton, mit Ausnahme weniger Salze von allen löslichen Körpern die Zygotenbildung herbeigeführt wird.

Die Zoosporenbildung von *Saprolegnia mixta* wird nach KLEBS (III) durch plötzliche Nahrungsentziehung ausgelöst, und das Myzel bleibt in stetig erneuerter Nährlösung steril. In nahrungsarmen Medien, in denen Zoosporenbildung vereinzelt oder gar nicht stattfindet, geht jedoch ein kräftiges Myzel in wenigen Tagen zur Oogonienbildung über. Durch Versetzung des Myzeliums in 0.1% Leucin oder 0.05—0.1% Haemoglobininlösung wurde eine ausgezeichnete Oogonienbildung beobachtet, welche besonders durch Phosphate befördert wird, die zugleich auch für die Entstehung der Antheridien notwendig sind.

Je besser die Nährtauglichkeit eines Stoffes ist, desto niedriger liegt das Minimum der Konzentration, bei dem neben Wachstum eben die Zoosporenbildung auftritt. Dadurch erhält man einen ungefähren Masstab für den relativen Nährwert der Substanzen. Aus seinen Versuchen geht hervor, dass Eiweisstoffe, sowie Aminosäuren als besonders günstige Nahrungsmittel wirken und dementsprechend erst in sehr verdünnten Lösungen Zoosporenbildung gestatten. Auch Oogonienbildung kommt niemals von selbst, wenn ein Myzelium beständig die Zufuhr frischer Nahrung hat. Gemmenbildung wird wesentlich durch starken Nahrungsmangel veranlasst. Im wesentlichen wurden seine Beobachtungen bestätigt von OBEL (I) bei *Achlya decorata* und von HORN (I) bei *Achlya polyandra*.

KAUFFMAN (I) hat bei einigen Saprolegniaceen-Arten ermittelt, dass die Antheridienbildung in Gegenwart bestimmter organischen

Verbindungen wie Leucin, Haemoglobin nicht nur durch Phosphate, sondern auch durch andere anorganische Salze wie Kalisalpeter, Calciumnitrat ausgelöst wird. Die Bedingungen für die Ausbildung geschlechtlicher Fortpflanzungsorgane sind nach der spezifischen Natur des Organismus verschieden, so dass die Pilzarten sowohl morphologisch als auch physiologisch von einander unterscheidbar sind. In Kulturen von *Saprolegnia mixta* in Leucinlösungen wurde die Ausbildung von antheridientragenden Oogonien durch den Zusatz von Calciumnitrat, Calciumphosphat und Magnesiumsulfat stark befördert, während in Lösungen mit Natrium- oder Ammoniumphosphat nicht nur keine Geschlechtsorgane entstehen, sondern jene ihre Entwicklung noch verzögern. *Saprolegnia hypogyna*, bei welcher gewöhnlich keine Antheridien gebildet werden, kann unter geeignetem Ernährungszustande zur Entwicklung solcher induziert werden. Dafür sind wirksam Trikaliumphosphat, Kalisalpeter, Dinatriumphosphat, Calciumphosphat und Calciumnitrat im Vereine mit Haemoglobin.

In seiner allgemeinen Betrachtung über die Fortpflanzungsphysiologie der Pilze fasst KLEBS (IV) die Bedeutung der Ernährungsverhältnisse für die Fortpflanzung in der Weise zusammen, dass dieser Lebensprozess mit um so grösserer Intensität eintritt, je besser die Ernährung des vegetativen Teils vorher war, und dass die wesentliche und nächste Veranlassung für den Eintritt der Fortpflanzung eine Nahrungsänderung von der Umgebung ist. Gegenüber jeder ungünstigen Veränderung in der Qualität und Quantität der Nährstoffe, gegenüber dem Zusatz irgendwie nachteilig wirkender Substanzen ist zuerst das Wachstum weniger empfindlich als die Fortpflanzung.

Durch die schönen Untersuchungen BLAKESLEE's (I) an Mukorineen wurde es konstatiert, dass in dieser Pilzgruppe homothallische und heterothallische Arten vorhanden sind; aus dieser Tatsache schliesst er, dass bei Mukorineen die Zygosporienbildung wesentlich durch die erblichen Eigenschaften einzelner Arten bedingt wird, und die äusseren Bedingungen nur sekundäre Einflüsse ausüben. Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen stimmen aber seine Ergebnisse im wesentlichen mit denen von

KLEBS an *Sporodinia grandis* überein. Selbst beim Zusammenwachsen von (+) und (−) Myzelien einer heterothallischen Art tritt die Zygotenbildung nur auf bestimmten Nährböden auf.

Bei *Zygorhynchus Mölleri*, einem typisch oligotrophen *Mucor*, kann man nach WISNIEWSKI (I) durch Nahrungsmangel die Bildung der Sporangien und das Uebergewicht der Zygosporen verursachen. So erleichtern hohe Temperatur (ca. 22°C), schwache Konzentration des Substrates und Lichtmangel die Zufuhr der Nährmittel, mithin auch deren Anhäufung in den äeralen Hyphen, und aus diesem Grunde begünstigen diese Faktoren die Bildung von Zygosporen, während bei umgekehrten Bedingungen Sporangien entstehen.

An einigen Mukorineen-Arten hat NAMYSŁOWSKI (I) Versuche angestellt. Seine Resultate decken sich in den Hauptzügen, von wenigen Einzelheiten abgesehen, vollkommen mit den von KLEBS an *Sporodinia grandis* gemachten; vor allem in den Fällen, in welchen es sich um den Einfluss der Qualität und Quantität des Nährstoffes handelt. Obwohl das Verhalten zu den äusseren Umständen je nach der spezifischen Natur der einzelnen Art sich unterscheidet, so tritt die Abhängigkeit der Fruktifikationsweise von der Konzentration des Nährmediums sehr deutlich auf. Bei einer Konzentration, höher als die für die gegebene Art günstigste, verringert sich die Zahl der Zygoten oder sie sinkt endlich auf Null. Statt dessen entstehen nur Sporangien, welche bei noch höherer Konzentration wieder schwinden können, und jetzt entwickelt sich nur das Myzelium sehr langsam und in geringer Menge.

An *Mortierella polycephala* hat DAURNIX (I) gleichfalls den günstigen Einfluss von Hexosen, und zwar von Dextrose und Laevulose, auf die Ausbildung von Zygosporen und Sporangien kennen gelernt. Von 20—60% Dextrose an tritt nur Stylosporen- und Sporangienbildung auf, aber ohne Zygosporen gebildet zu haben.

Was die Sporenbildung der Bakterien anbetrifft, nahmen BUCHNER (I) und SCHREIBER (I) als morphogenen Reiz für diesen Lebensprozess die Nahrungsentziehung an, nach MIGULA

(I) dagegen wird die Sporenbildung durch die Einwirkung von angehäuften schädlichen Stoffwechselprodukten ausgelöst. SELTER (I) und MATZUSCHITA (I) haben die Frage wieder bearbeitet und stellten sich auf die Seite BUCHNER'S. Die Bakteriensporen sind also im gewissen Sinne als ein Erzeugnis ungünstiger Verhältnisse aufzufassen. (Vergl. KRUSE I, S. 137 und BENECKE I, S. 116).

MATZUSCHITA hat auch den Einfluss der Ernährung als allgemeine Bedingung für die Sporenbildung von Bakterien untersucht und im allgemeinen die Regel von KLEBS an Schimmelpilzen bestätigt; nach ihm tritt die Sporenbildung von Bakterien mit desto grösser Intensität ein, je mehr sich die Nahrung nach ihrer Qualität wie Quantität der für die Spezies optimalen chemischen Zusammensetzung nähert.

Bei den Hefepilzen sind die allgemeinen Bedingungen für die Sporenbildung bekanntlich dank den Untersuchungen HANSEN'S festgestellt worden. Er hebt also wichtige Faktoren hervor: 1) Verwendung von jungen lebenskräftigen Zellen; 2) Zutritt von Luft; 3) eine ziemlich hohe Temperatur. Was den Nahrungsentzug anbelangt, so hält HANSEN (I, III) ihn nur als einen wichtigen Faktor unter vielen und er selbst hat hervorgehoben, dass die Sporenbildung unter verschiedenen Bedingungen stattfindet. Nach seiner Ansicht bereitet sich die Hefezelle im allgemeinen erst zur Sporenbildung vor, wenn sie sich nicht länger durch Sprossung vermehren kann, und dies tritt nicht nur ein, wenn es ihr an Nahrung fehlt, sondern auch, wenn ihre Entwicklung in dem einen Ueberschuss von Nahrung enthaltenden Substrate vor sich geht. Er hat also darauf aufmerksam gemacht, dass unter Umständen selbst wohlernährte, auf Würzegeلاتine wachsende Zellen an den Rändern der Vegetation gewiss ebenso gut wie in deren Mitte bei der Sporenbildung eingehen können. Nach KLEBS (V) ist aber die Beobachtung von HANSEN so verständlich, dass die an der Impfstelle massenhaft sich anhäufenden Zellen die Nahrung an der Stelle sehr rasch verbrauchen und die oberen Schichten der Zellen nicht mehr mit dem Substrat in Berührung kommen. Selbst die peripher gelegenen Zellen können

sehr wohl eine Nahrungsverminderung erfahren haben, bevor ihnen aus der Umgebung frische Nahrung zugeführt werden kann. Er hat die schnellere Sporenbildung in durchlüfteten Kulturen gegenüber nicht durchlüfteten so erklärt, dass in den ersteren ein intensiveres Wachstum erfolgt, durch das schneller eine Nahrungsverminderung erreicht wird. Nach ihm ist die günstige Wirkung der optimalen Temperatur auf die Sporenbildung nur durch seine Wirkung, den Nahrungsmangel zu beschleunigen, erklärlich. KLEBS betrachtet demgemäss den entscheidenden Grund für das Auftreten von Fortpflanzungsorganen an Stelle des vorhergehenden Wachstums in quantitativen Veränderungen der für alle Gestaltungsprozesse wichtigen allgemeinen äusseren Bedingungen.

Wenn bei den meisten Saccharomyceten auch unstrittig der Uebergang von ernährten Zellen auf die Gipsblöcke in destilliertem Wasser die Sporenbildung auslösen lässt, so ist die merkwürdige Tatsache schon mehrmals mitgeteilt worden, dass bei einigen Arten die Askosporen in gewöhnlichen Gipsblockkulturen oft ganz ausbleiben oder nur sehr spärlich entstehen, während sie von den Vegetationen, die auf den in Bierwürze gestellten Gipsblöcken entstehen, oder auf verschiedenen guten Nährböden wie Möhren Nährgelatine etc. sehr reichlich geliefert werden. Als Beispiele dafür möchten wir die folgenden Fälle angeben.

BARKER (I) beruft sich besonders auf die von ihm festgestellte, wichtige Tatsache, dass die von ihm untersuchte *Willia anomala*-Form ihre Sporen nicht bei völligem Nahrungsmangel bildet, sondern nur dann, wenn ihr noch Nahrung, z.B. Bierwürze, zu Verfügung steht. Wenn *Saccharomyces cerevisiae* I anseheined sich umgekehrt verhielt, so erklärt er dies daraus, dass auf Gipsblöcken in Würze oder in nur wenig verdünnter Bierwürze die Kohlensäureentwicklung durch diese Hefe eine allzu starke war und die Sporenbildung verhinderte. Als Hauptresultat geht aus seinen Untersuchungen hervor, dass eine kräftige, wohlgenährte Zelle die grösste Fähigkeit, Sporen bilden zu können, besitzt, und dass nur ausnahmsweise alte ausgehungerte Zellen Sporen erzeugen. Er teilte die Bedingungen der Sporenbildung in äussere und innere. Die äusseren Bedingungen sind 1) der Einfluss der Luft, 2) der

Einfluss der Temperatur und 3) der Einfluss der Nahrung. Die inneren Bedingungen sind 1) diejenigen, welche die Lebenskraft der Zellen betreffen und 2) diejenigen, welche gewisse histologische Prozesse betreffen. BARKER hat aber nicht, wie KLEBS (V) mit Recht eingewendet hat, zu zeigen vermocht, dass seine Hefen bei unveränderter Nahrung Sporen bilden. Eine Herabsetzung der Nahrungsaufnahme von aussen kann auch in diesen Fällen als auslösender Faktor für die Sporenbildung wirken. Eine reichliche Sporenbildung von *Saccharomyces cerevisiae* I in Laktoselösung beweist doch nicht die Nährtauglichkeit dieses Zuckers; denn nach den Untersuchungen von LINDNER und SAITO (I) wird Laktose von dieser Hefe gar nicht assimiliert. Seine Versuche bestätigen also eher die Ansicht KLEBS's, dass die Hefezellen bei Nahrungsmangel zur Fortpflanzung schreiten.

Eine Rasse von Weinhefen bildet nach OSTERWALDER (I) leichter Sporen in Birnenmost als auf Gipsblöcken. Bei einer, *Willia Saturnus* ähnlichen Hefe aus dem Saft der Pisangblätter hat SARTORY (I) in ihren Reinkulturen keine Sporen bekommen, wohl aber dann, wenn eine Bakterie vorhanden war. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich in der chemischen Einwirkung eines unbekannten Stoffwechselproduktes, welches von der Bakterie oder beim Zusammenleben beider Organismen gebildet wird. Auch bei einigen *Zygosaccharomyces*-Arten, z. B. *Zygosacch. Priorianus* (KLÖCKER, I), *Zygosacch. mundshuricus* (SAITO, I), *Zygosaccharomyces*-Arten aus japanischer Soya-Sauce-Maische (TAKAHASHI und YUKAWA, I) bleibt die Askosporenbildung in gewöhnlichen Gipsblockkulturen oft ganz aus oder sie entsteht nur sehr spärlich, während die Sporen auf geeigneten Nährböden reichlich gebildet werden.

Trotzdem wissen wir über den chemischen Einfluss der Ernährung auf die Sporenbildung der Hefezellen noch nicht viel. Von TULLO (I) wurden vergleichende Versuche mit *Saccharomyces ellipsoideus* II angestellt, wonach besonders gewissen Zuckerarten eine günstige Beeinflussung der Sporenbildung zukommt, während andere direkt jede Sporulation unterdrücken. Am schnellsten setzt nach seinen Untersuchungen die Sporenbildung bei der An-

wesenheit von Laktose und Rhamnose als Kohlenstoffquelle in der Nährlösung ein: wenig Sporen entstanden in den Versuchen mit Glukose, Fruktose und Galaktose. Saccharose und auch Maltose wirken hemmend, so dass jede Sporulation bei ihrer Anwesenheit ausbleibt.

Ich habe nun die chemischen Bedingungen für die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane näher erforscht bei folgenden Arten:

Zygosaccharomyces mandshuricus SAITO.

Schizosaccharomyces octosporus BEIJERINCK.

Saccharomyces mandshuricus SAITO.

Um den Einfluss der Ernährung auf das Wachstum und die Fortpflanzung von Hefen zu ermitteln, wurden sie auf gereinigtem Agar-agar mit den zu prüfenden Nährstoffen herangezogen. Beim Zubereiten reinen Agars giesst man das 2%ige Agar in flache Schalen, schneidet die erstarrte Schicht in schmale Bänder und bringt diese in grossen Stöpselflaschen in destilliertes Wasser. Nach genügender Auslaugung der aus dem Agar herausdiffundierenden Stoffe werden die Agarstreifen von neuem zusammengeschmolzen und in der üblichen Weise mit Nährstoff gemischt. Wenn die chemische Zusammensetzung der Nährlösung bekannt ist, benutzte ich immer auf diese Weise zubereitetes Agar, während bei den Versuchen mit Nährlösungen von chemisch unkontrollierbaren Zusammensetzungen das käufliche Agar ohne weitere Reinigung verwendet wurde.

Nach dem Zubereiten des Nähragars wurde es im geschmolzenen Zustande in Mengen von 5 resp. 10 ccm in ziemlich grosse Reagenzgläser verteilt und nach Sterilisierung auf schiefer Ebene erstarren lassen. Dann habe ich mit einer Platinöse eine kleine Menge frischer Hefe über die Oberfläche gestrichen.

Um Wiederholung zu vermeiden, sei hier von vornherein bemerkt, dass dort, wo Nährlösungen von genau bekannter Zusammensetzung benutzt wurden, und keine Nährsalze von vornherein vorhanden waren, immer 0.25 % Monokaliumphosphat und 0.125% Magnesiumsulfat zugesetzt waren. Die benutzten Chemikalien wurden, wo nichts anderes bemerkt, im reinen Zustande angewandt; verschiedene davon wurden aus der

chemischen Fabrik von E. MERCK in Darmstadt bezogen. Auch wurden einige Verbindungen im hiesigen Laboratorium von Herrn KATAYAMA und Herrn NAKAHASHI dargestellt; für die Liebenswürdigkeit dieser beiden Herren danke ich verbindlichst auch an diesem Ort.

Um das Verhalten der Hefen gegen die von der Umgebung einwirkende plötzliche Nahrungsänderung zu prüfen, wurde, wo nichts anders bemerkt, die Aussaat von jungen Zellen auf gewöhnliche Gipsblöcke aufgetragen. Gleich darauf goss man behutsam soviel sterilisierte Lösung von einer bestimmten Substanz oder destilliertes Wasser in die Schale ein, dass nach andauerndem Zuwarten die Blöcke nicht bloss vollständig durchfeuchtet wurden, sondern auch noch in einer Schicht der Flüssigkeit standen. Wenn die Substanzen wie oxalsaure Salze, Natronlauge, Natriumphosphat u. s. w. in der Gipslösung chemisch umgesetzt werden, habe ich statt der Gipsblöcke ein kleines Filterpapier, das auf einer gleichgrossen, dicken Schicht entfetteter Watte liegt, mit gutem Erfolge verwendet. Selbstverständlich ist es notwendig, bei jedem Versuche neue Gipsblöcke bezw. Filterpapier zu verwenden.

Jedesmal benutzte ich die in Kojiabsud (Ball. 12°) gezüchteten Hefezellen, welche binnen 48 Stunden sich entwickelten. Von dem entstandenen Bodensatz wurde die Kulturflüssigkeit abgegossen und ersterer in destilliertem Wasser im Laufe von 2 Stunden bei niedriger Temperatur ausgewaschen. Natürlich ist dabei ein nicht geringer Verlust an Hefezellen unvermeidlich. Die gewaschene Hefemasse wurde sofort in sterilisierte Petrischalen gegossen und mit kleiner Pipett auf Gipsblöcken bezw. Filterpapier ausgesaet.

Da, wo ein Wachstum oder eine Askenbildung bemerkt wurde, musste auch die Intensität derselben zum Ausdruck gebracht werden, und wir finden daher verschiedene Zahlen O, I, II, III in den Tabellen eingetragen. Sie bezeichnen also:

O = fehlend.

I = mässig.

II = lebhaft.

III = sehr lebhaft.

Es gibt hier keine ganz scharfen Grenzen. Die Abstufungszahlen haben selbstverständlich nur relativen Wert. Für manche Fälle ist es noch nötig, einige Zwischenstufen einzuschalten. O-I wurde angewandt, wo es uns zweifelhaft war, ob die winzigen Hefekolonien, welche auf schiefem Nähragar bemerkt wurden, auf Entwicklung durch zugeführte Nährstoffe oder auf zufällig mit dem Impfmateriel dahin gelangte Nährstoffe zurückzuführen seien. Mit dem gleichen Zeichen bezeichnete ich jene Fälle, in denen ganz vereinzelte Asken gebildet wurden. Die Intensität der Askenbildung wurde nach dem Zahlenverhältnis zwischen den vegetativen Zellen und Asken in mikroskopischen Präparaten beurteilt.

Bei diesen Untersuchungen ist es ebenfalls notwendig, mit sporogener Rasse zu arbeiten, sonst fallen die Resultate negativ aus.

II. Spezieller Teil.

I. *Zygosaccharomyces mandshuricus* Saito.

Diese Art aus der Maische des mandshurischen Branntweins ist für diese Studien sehr geeignet. Die kopulierten Zellen gleichen im allgemeinen in ihrer Gestalt und Grösse einander, und die Sporen können in beiden Zellen ebenso gut gebildet werden. Die Durchmusterung der Präparate von jungen Kulturen, welche eben zur Askenbildung fortgeschrittene Zellen enthalten, zeigt uns sofort, dass die Kopulationsschläuche nicht gleichzeitig angelegt werden, sondern vielmehr die eine Zelle zuerst einen Fortsatz treibt und an der gerade gegenüberliegenden Stelle der anderen Zelle die entsprechende Fortstzbildung veranlasst. So kommt es, dass die kopulierten Zellen die bekannte doppelkugelförmige Gestalt annehmen. Wenn die Fortsätze sich nicht genau gegenüber entwickeln, so krümmen sie sich gegen einander, bis sie sich treffen. In glücklichen Fällen konnten wir gerade in Kopulation eingetretenen Zellen beobachten, wobei sich in der Länge der Fortsätze eine unfehlbare Verschiedenheit konstatieren lässt. Welche Ursachen das Wachstum und Zusammentreffen der Kopulationsfortsätze bedingen, ist unbestimmt, doch halte ich es

für sehr wahrscheinlich, wie bei der Zygotenbildung der *Spirogyra*-fäden (HABERLANDT, I), auch für *Zygosaccharomyces* zu vermuten, dass ein chemischer Reiz bei der Wachstumsrichtung der Kopulationsschläuche mitwirkt.

Wie ich in meiner früheren Arbeit (SAITO, I) schon erwähnt habe, bildet diese Hefe oft reichliche Parthenoasken. Dies kommt dadurch zustande, dass die Kopulationsschläuche unter gewissen, noch unaufgeklärten Umständen sich nicht miteinander vereinigen, sondern dass die Zellen bald nach der Fortsatzbildung mit Sporen besetzt werden. In der Struktur verhalten sich die Parthenosporen vollkommen gleich wie die in den kopulierten Zellen entstandenen Sporen, nur sind sie im Durchschnitt kleiner als diese. Ich habe zahlreiche Kulturen durchmustert, doch gelang es mir weder nur normale Asken noch Parthenoasken allein zu finden. Beide treten meistens gemischt auf; das Zahlenverhältnis zwischen ihnen weicht aber nach den Züchtungsbedingungen ab. In der folgenden Darstellung bezeichne ich die durch Kopulation entstandenen Asken mit Z und die Parthenoasken mit P. Die Kulturen standen in einem Thermostat von 26—28°C., und der obere Teil der Strichkultur wurde nach 7 Tagen mikroskopisch untersucht, wenn nichts anderes angegeben ist.

Bei allen diesen Betrachtungen kommt es vor allem darauf an, die Bedeutung der chemischen Bedingungen für das erste Entstehen der Fortpflanzungsorgane, ausserdem gelegentlich für ihre weitere Ausbildung bis zur Reife hervorzuheben.

Zygosaccharomyces mandshuricus wird auf den für die Hefezüchtung gewöhnlich verwendeten Nährböden—festen oder flüssigen—leicht kultiviert. Es wurde zunächst bei der Züchtung dieser Hefe beobachtet, dass sie auf ungehopftem Bierwürzeagar (Bierwürze 0.5—12° Ball.) und Gorodokowa'schem Nähragar sehr schnell eine grosse Menge von Askosporen in normalerweise kopulierten Zellen bildet, während auf Kojiabsudagar keine Andeutung der Askenbildung auftritt. Diese interessante Tatsache hat mich veranlasst, mit einem Gemisch von Nährböden in verschiedenen Mengenverhältnissen die Askenbildung zu prüfen. Das Resultat ist in Tabelle I niedergeschrieben.

TABELLE I.

Mischverhältnis von Kojiabsudagar (12° Ball)	Würzeagar (12° Ball.)	Wachstum	Askenbildung
1	0	III	o
1	$\frac{1}{5}$	III	Z I, P III.
1	$\frac{1}{2}$	III	Z II, P III.
1	1	III	Z III, P III.
1	2	III	Z III, P III.
1	5	III	Z III, P III.
0	1	III	Z III, P III.
Kojiabsudagar	Bouillonagar	Wachstum	Askenbildung
1	0	III	o
1	1	III	Z III, P I.
1	2	III	Z III, P I.
1	3	III	Z III, P I.
1	4	III	Z III, P III.
GORODOKOWA'sches Nähragar		III	Z III, P III.

Wie man aus der Tabelle sieht, kann ein Zusatz von Bierwürzeagar in $\frac{1}{5}$ Menge auf Kojiabsudagar eine reichliche Askenbildung hervorbringen. Wenn mehr Bierwürzeagar zugesetzt wird, so nehmen die normalerweise entstandenen Asken in der Anzahl zu. Auch ein Gemisch von Kojiabsudagar und Bouillonagar in gleicher Menge war imstande, eine reichliche Askenbildung zu veranlassen.

Auf sehr alten Kojiabsudagarkulturen (Kojiabsud 1—12° Ball.) fand ich aber eine Menge Asken, die aus kopulierten Zellen entstehen; daraus darf man nicht sogleich auf die günstige Wirkung des Kojiabsuds für die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane schliessen. Der Grund dafür liegt ganz anderswo, denn in solchen alten Kulturen befindet sich bereits eine grosse Menge Zellen, die abgestorben und in Autolyse begriffen sind, und der Inhaltstoff dieser Zellen kann, wie Tabelle II anzeigt, bei den noch lebenden Zellen die Fortpflanzung veranlassen.

Von anderen Nährböden unkontrollierbarer Zusammensetzung wurden die folgenden verwendet; die Resultate gibt Tabelle II.

TABELLE II.

Nährboden		Wachstum	Askenbildung
Mohrrube		III	Z III, P III.
Hefewasseragar mit 0.5% Dextrose		III	Z III, P III.
Takadiastase 1%	5% Dextrose und anorganische Nährsalze	III	Z III, P III.
Pepsin 2%		III	Z I, P I.
Pancreatin 1%		III	Z III, P III.
Papayotin 1%		II	o
Emulsin 1%		II	o
Myzeliendekokt von			
<i>Aspergillus Oryzae</i>	1% Dextrose	III	Z III, P III.
<i>Aspergillus niger</i>		III	Z III, P III.
<i>Penicillium glaucum</i>		III	Z III, P III.
<i>Mucor racemosus</i>		III	Z III, P III.

Es zeigt sich sofort, dass die Enzyme als Stickstoffquelle einen ungleichen Wert für die Entwicklung der Asken haben. Takadiastase, Pancreatin gestatten eine massenhafte Askenbildung dieser Hefe, dagegen vermag sie mit Pepsin sehr wenige Asken zu bilden, und Papayotin sowie Emulsin haben kein positives Resultat hervorgebracht. Wenn wir aber statt Kojidekoktagar die Kojidekoktgelatine verwenden, so kommt die Sporenbildung binnen wenigen Tagen sowohl in den nach Kopulation entstandenen als auch in parthenogenetisch entwickelten Asken besonders reichlich vor.

Da in den oben erwähnten Versuchen eine Beeinflussung der Entwicklung der Fortpflanzungsorgane bei *Zygosaccharomyces mandshuricus* durch die Nährstoffe konstatiert wurde, nahm ich nun Versuche mit Nährböden von chemisch bestimmter Zusammensetzung vor. Zuerst sind verschiedene Stickstoffverbindungen zur Untersuchung herangezogen worden.

In dieser Versuchsreihe wurde der Nährboden so zubereitet, dass man das Glukoseagar mit den anorganischen Nährsalzen und der zu prüfenden Stickstoffverbindung in bestimmter Konzentration mischt. Von den verwendeten Stickstoffverbindungen wurde das Wittepepton als die vorzüglichste Stickstoffquelle erkannt, und eine massenhafte Askenbildung kommt bereits nach 3—4 Tagen auf Peptonagar zum Vorschein.

Während für die Gärungsindustriehefen nach den Untersuchungen von HAYDUCK, die auch durch LAURENT, HEINZELMANN und WIJSMANN bestätigt wurden, Asparagin als vortreffliche Stickstoffquelle zu bezeichnen ist (Vgl. LAFAR, [I], Bd. IV. S. 101), erweist es sich für unsere Hefe als nicht besonders geeignet. Zur Erklärung dieser Erscheinung vermute ich, wie PRINGSHEIM (I. S. 187) bei einigen Hefen betont hat, dass das Pepton Atomkomplexe enthält, die der Hefe ihr Eiweiss ungespalten einverleiben können. Die Gärungsgewerbehefen sind demnach zur Assimilierung des Amidostickstoffes als gut geeignet zu betrachten. Unser *Zygosaccharomyces* verhält sich in dieser Beziehung wie die DOMBROWSKI'schen Milchehefen (I), indem sie eher zur Assimilierung der höheren Abbauprodukte des Eiweisses geeignet sind. Im Verhalten gegen die Stickstoffquellen nimmt unsere Hefe also eine Mittelstellung zwischen dem *Schizosaccharomyces octosporus*, der nur natürlich vorkommendes Eiweiss assimilieren kann, und den Gärungsgewerbehefen, die die tieferen Abbauprodukte bevorzugen.

Auf Peptonagar treten bald reichliche Parthenoasken auf. Verhältnismässig reichliche Askenanlagen werden nicht reif, sondern gehen früher oder später zugrunde, und sie autolysieren sich sogar beim Altern der Kulturen. Bei solchen abgestorbenen Zellen ist das Glykogen noch in reichlicher Menge vorhanden. Dagegen bleiben die Zellen, welche keinen Fortsatz gebildet haben, lange am Leben. Es ist also anzunehmen, dass der Geschlechtsakt schon in ihrem Anfang eine tiefgreifende Veränderung im Protoplasma hervorgebracht hat. Wenn die Askenanlagen noch jung sind, können sie nach Rückübertragung in gute Nährböden

wiederum aussprossen und vegetativ weiter wachsen. Es ist auch bei *Zygosaccharomyces* so verständlich, dass der normale Reifungsprozess der fortsatzbildenden Zellen ein Vorgang ist, welcher zum Tode führt, wenn nicht die Kopulation mit einander oder die parthenogenetische Entwicklung diesen Vorgang paralysiert. Wie bei Infusorien, Algenschwärmern, tierischen Eizellen liefert der *Zygosaccharomyces* ein Beispiel zur Bestätigung des allgemeinen Satzes, dass der Zustand der Befruchtungsbedürftigkeit überall nur von kurzer Zeitdauer ist. Wenn die Zellen, die für die Konjugation vorbereitet sind, nicht rechtzeitig sich kopulieren, so gehen sie zugrunde.

Die Konzentration von Wittepepton können wir in ziemlich weiten Grenzen ändern, ohne dadurch einen besonderen Einfluss auf die askenbildende Tätigkeit der Hefe zu bemerken. Selbstverständlich wächst die Hefe bei niederer Konzentration des Peptons kümmerlich, aber sie kann doch eine verhältnismässig grosse Anzahl von Asken erzeugen. Tabelle III folgt im Anschluss daran.

TABELLE III.

Nährboden		Wachstum	Askenbildung
Pepton 0.01%	+ 2.5% Dextrose	o-I	Z III, P III.
„ 0.95 „		o-I	Z II, P III.
„ 0.1 „		o-I	Z I, P III.
„ 0.5 „		I	Z I, P III.
„ 1 „		III	Z I, P III.
„ 2 „		III	Z I, P III.
„ 3 „		III	Z I, P III.
„ 4 „		III	Z I, P III.
„ 5 „		III	Z I, P III.

Von anderen Eiweissarten wurden Placentapepton („Höchst“), Gluten, Haemoglobin, Hefenukleinsäure in 1%iger Konzentration verwendet. Die Resultate sind in Tabelle IV angegeben.

TABELLE IV.

Nährboden		Wachstum	Askenbildung
Placentapepton	5% + Dextrose	III	Z I, P I.
Gluten		o—I	o
Haemoglobin		I—II	Z I, P I.
Hefenukleinsäure		o—I	P, Z o—I

Ausgenommen das Placentapepton ist die Ausnützbarkeit der verwendeten Eiweisstoffe als Stickstoffquelle für diese Hefeart gering, es treten dabei keine oder wenige Asken auf.

Tabelle V gibt einen näheren Aufschluss über meine Versuche, welche ich bei Verwendung anderer Stickstoffverbindungen in einprozentiger Konzentration vorgenommen habe.

TABELLE V.

N-quelle (1%)	C-quelle (Dextrose %)	Wachstum	Askenbildung
Ammoniumchlorid	5	I	o
Ammoniumsulfat	„	I	o
Ammoniumnitrat	„	I	o
Kaliumnitrat	„	o	o
Harnstoff	„	o	o
Biuret	„	o	o
Azetamid	„	o—I	c
Oxamid	1	o—I	o
Succinamid	„	o—I	o
Harnsaures Natrium (gesättigt)	„	o—I	o
Hippursaures Natrium	„	o—I	o
Allantoin	„	o—I	o
Alloxanthin	„	o	o
Xanthin	„	o	o
Aethylurethan	„	o—I	o

TABELLE V. (Fortsetzung.)

N-quelle (1 %)	C-quelle (Dextrose %)	Wachstum	Askenbildung
Guanidinkarbonat	1	o — I	o
Ammoniumoxalat	5	I	o
o-Amino-n-Valerian- säure	1	I — II	o
Asparagin	5	I	o
Asparaginsäure (neutralisiert mit Soda)	1	I — II	o
Glutaminsäure (neutralisiert mit Soda)	„	II	o
Alanin	5	II—III	o
	1	II	o
	0.5	I—II	o
	0.2	I	o
	0.1	I	o
	0.08	o — I	o
	0.06	o — I	o
	0.04	o — I	o
	0.02	o — I	o
Phenylalanin	1	II	o
Leucin	„	I — II	o
Tyrosin	5	o — I	o
Glykokoll	„	o — I	o
Leucyl-glycin	1	I — II	o
Glycyl-l-tyrosin (Seidenpepton)	0.5	I — II	o
Kreatin	„	o	o
Kreatinin	„	o	o

Die Aminosäuren sind für das Wachstum des *Zygosaccharomyces mandshuricus* mehr oder weniger gut geeignet, besonders bei der Verwendung von Alanin, Phenylalanin und Glutaminsäure entwickelt sich die Hefe auf dem Striche in ziemlich grossem Belag, der aber im Verhältnis zu den Kulturen mit gleichprozentigem Pepton kleiner ist. Die Hefe assimiliert auch Peptide wie Leucyl-glycin („Kahl-

baum“) und Glycyl-l-tyrosin („Hoechst“) mässig gut, welche dabei vorerst in einzelnen Aminosäuren abgespalten werden müssen. Die Spaltbarkeit der Peptide durch diese *Zygosaccharomyces*-Art wurde von mir in folgender Weise nachgewiesen. Eine Lösung von Seidenpepton („Hoechst“) wurde mit einer kleinen Menge von Hefezellen unter Zusatz von Toluol bei Zimmertemperatur stehen lassen. Dabei schieden sich die Tyrosinkrystalle aus, und es trat allmählich eine Trübung der obenstehenden Flüssigkeit ein.

Selbst bei gutem Wachstum auf aminosäurehaltigen Nährböden kommt die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane eigentlich nicht vor.

Mit Säureamiden kann dieser *Zygosaccharomyces* seinen Stickstoffbedarf nicht ausfüllen. Da der Stickstoff in der Form von Ammoniumsalzen assimiliert werden kann, so ist die Untauglichkeit des Harnstoffes dadurch verständlich, dass diese Verbindung durch die Hefe nicht in Ammoniak abgespalten wird. Ich war nicht imstande, an der Azetondauerhefe das Vorhandensein des harnstoffspaltenden Enzyms nachzuweisen. Hippursäures Natrium gestattet der Hefe nur zweifelhaftes Wachstum, und die enzymatische Spaltung dieser Substanz in Glykokoll und Benzoesäure wurde auch nicht konstatiert. Andere Verbindungen wie Xanthin, Alloxanthin, Kreatin, Kreatinin u. a. brachten sowohl kein Wachstum als auch keine Askenbildung hervor.

Es sei hier bemerkt, dass die Zellengestalt durch die Ernährungsbedingungen stark beeinflusst wird. Auf einen Aminosäure oder Ammoniumsalz enthaltenden Nähragar gesäet, sprossen die Zellen von dieser Hefe an jeder beliebigen Stelle und sitzen in vielen kleinen Bläschen um die Mutterzelle herum oder senden einen hantelförmigen, kurzen Sprossenschlauch aus. Charakteristisch für die Sprossverbände ist ein grosser Unterschied in der Grösse der Glieder. Fast sämtliche Zellen sind glykogenfrei. Dagegen sind die Zellen auf Bierwürzeagar und Peptonzuckeragar kugelig bis oval, einzeln stehend und glykogenreich. Dies ist ein Beispiel der Abhängigkeit der Zellengestalt von den Ernährungsbedingungen, welche Kossowicz (I) einmal bei *Saccharomyces ellipsoideus* I beobachtet hat.

Um den Einfluss der Kohlenstoffquelle auf das Wachstum und die Askenbildung dieses *Zygosaccharomyces* zu untersuchen, wurden Kohlenhydrate, mehrwertige Alkohole und organische Säuren im Vereine mit Wittepepton verwendet. (Siehe Tabelle VI).

TABELLE VI.

C-quelle	Konzentration	Wachstum	Askenbildung	Bemerkungen
Dextrose	0 (Kontrolle)	o—I	P I.	} Bald sterben die Parthenoasken meistens ab, und es treten normale Asken sehr reichlich auf.
	0.01-0.05	o—I	} Z III, P III.	
	0.1-0.25	I		
	0.5	II		
	1	III	} Z I, P III.	
	3-10	III		
	15-25	II—III		
Laevalose	0.5	II	Z III, P III.	
	5	III	Z I, P III.	
Galaktose	0.1	I	P III.	
	5	I—II	Z I, P III.	
Mannose	0.1	I—II	P III.	
	5	III	Z I, P III.	
Sorbose	5	I	P II.	
Maltose	1-40	o—I	P I.	
Saccharose	1	I	Z I, P III.	
	5	I—II	Z I, P III.	
Laktose	5	o—I	P I.	
Raffinose	5	I	P I.	
Nylose	5	I	P II.	
Arabinose	5	I	P II.	
Rhamnose	5	I	P II.	
α -methylglykosid	5	o—I	P III.	
Glykogen	5	o—I	P I.	
Inulin	5	o—I	P I.	

TABELLE VI. (Fortsetzung).

C-quelle	Konzentration	Wachstum	Askenbildung	Bemerkungen
Dextrin	5	I	P I.	
Glyzerin	0.1-0.25	I	Z I, P III.	
	0.5-5	II		
	10-15	I		
	20-25	I	P I.	
	30-40	o	o	
Dulzit	5	I	P III.	
Mannit	5	I	P III.	
Sorbit	0.5	I-II	Z I, P I.	
Quercit	0.5	I-II	Z I, P II.	
	5	I-II	P I.	
Erythrit	5	o-I	P I.	
Aesculin	0.5-5	o-I	P I.	
Arbutin	1	I	P I.	
Salizin	1	I-II	Z I, P II.	
Amygdalin	0.5	I	Z I, P I.	
	5	I	Z I, P III.	
Weinstein	0.25-1	o-I	P I.	Zellen sind meistens plasmolysiert und abgestorben.
Saures weinsaures Ammonium	0.25-1	o-I	o	
Weinsäure	0.25	o-I	o	
Bernsteinsaures Kalium	0.25-1	o-I	P I.	
Zitronensäure	0.25	o-I	P I.	
Zitronensaures Kalium	0.25-1	o-I	P I.	
Milchsäure	0.25	o-I	P I.	
Milchsaurer Kalk	0.1-1	o-I	P I.	
Essigsaures Natrium	0.5-1	o-I	P I.	
Weinsaures Natrium	0.1-1	o-I	o	

Wie man aus Tabelle VI sieht, vermag dieser *Zygosaccharomyces* organische Säuren und ihre Salze gar nicht zu assimilieren.

Die günstigsten Nährböden sind Substrate mit Kohlenstoffquellen in der Form von Dextrose, Lacvulose, Mannose, auch von Galaktose, und zugleich gestatten sie eine reichliche Entwicklung der Fortpflanzungsorgane. Saccharose, welche durch unsere Art invertiert wird, veranlasst ebenso eine gute Entwicklung und Askenbildung wie die gerade erwähnten Hexosen. Trotz des schlechten Wachstums der Hefe im Nährboden mit geringer Menge von Dextrose (0.1—0.25%) entwickeln sich die Fortpflanzungsorgane noch reichlich.

Während bei Raffinose, Sorbose, Glyzerin, Mannit, Dulzit, Querzit, Sorbit, Rhamnose, Amygdalin, Arbutin, Salizin, Xylose, Arabinose eine mässig gute oder schwache Entwicklung an den Tag kommt, vermag unsere Hefe Glykogen, Maltose, α -methylglykosid, Laktose, Inulin Aesculin und Erythrit nicht zu assimilieren.

In allen diesen Kulturen beobachtete ich die Askenbildung; die positiven Resultate entscheiden aber wenig, weil auf Peptonagar mit keiner besonderen Kohlenstoffquelle noch wenige Fortpflanzungsorgane gebildet werden. Welche der hier untersuchten Substanzen für die Askenbildung notwendig sind, darauf werde ich nochmals zurückkommen.

Wie schon oben erwähnt, sind Aminosäuren und Ammoniumsalze ungeeignet, die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane unseres *Zygosaccharomyces* zu veranlassen, wenn diese Verbindungen mit Dextrose dem letzteren dargeboten werden. Wie verhält sich aber die Sache, wenn die Kohlenstoffquelle in verschiedener Weise geändert wird? Als Stickstoffquelle wurden 1% Ammoniumsulfat und Alanin, als Kohlenstoffquelle verschiedene Kohlenhydrate und Alkohole in verschiedenen Konzentrationen verwendet. Selbst wenn die Hefe wachsen konnte, beobachtete ich in keinem Falle eine Andeutung von Askenbildung. (Siehe Tabelle VII).

TABELLE VII.

N-Quelle	C-Quelle	Konzentration der C-Quelle	Wachstum	Askenbildung
1%ige Ammoniumsulfat	Dextrose	0.25-0.5	o—I	o
		1	I	o
		5	I—II	o
		10-20	I	o
	Laevulose	10	II	o
	Galaktose	10	II	o
	Maltose	10	o—I	o
	Saccharose	10	II	o
	Laktose	10	o	o
	Arabinose	10	o	o
	Glyzerin	0.1-5	I	o
		10	I—II	o
		15	I	o
		20	o—I	o
		30	o	o
	Mannit	10	I	o
1%ige Alanin	Dextrose	5	II—III	o
	Laevulose	„	II—III	o
	Galaktose	„	II	o
	Mannose	„	II—III	o
	Maltose	„	o—I	o
	Saccharose	„	II—III	o
	Laktose	„	o—I	o
	Raffinose	„	o—I	o
	Inulin	„	o—I	o
	Rhamnose	„	o—I	o
	Dulzit	„	o—I	o
	Sorbose	„	II	o
	Xylose	„	o—I	o

TABELLE VII. (Fortsetzung).

N-quelle	C-quelle	Konzentration der C-quelle	Wachstum	Askenbildung
1%ige Alanin	Arabinose	5	0—1	0
	Dextrin	„	II	0
	α -methylglykosid	„	0—1	0
	Glykogen	„	0—1	0
	Glyzerin	0.1—5	0—1	0
	Mannit	5	1—11	0
	Kontroll ^(ohne C-quelle)	—	0	0

Wenn Ammoniumsalze und Aminosäuren in einer günstigen Konzentration mit zuckerhaltigem Nährboden gemischt wurden, kam die Entwicklung des *Zygosaccharomyces mandshuricus* im Vergleich mit Kulturen auf einem Nährboden mit sehr geringer Menge Wittepepton viel üppiger vor; trotzdem versagte die Askenbildung im erstgenannten Nährboden. Die Ursache des Sterilbleibens auf einem Aminosäure oder Ammoniumsalz enthaltenden Nährboden liegt also nicht in der mit kümmerlichem Wachstum verknüpften, schlechten Ernährung der Hefezellen, sondern in der ungünstigen chemischen Bedingung für die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane.

Durch die oben erwähnten Untersuchungen wurde die Tatsache festgestellt, dass andere Stickstoffverbindungen als einige Eiweiss-substanzen niemals die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane unseres *Zygosaccharomyces* veranlassen können, selbst wenn sie ein gutes Wachstum gestatten.

Ob die Ammoniumsalze und Aminosäuren für die Askenbildung dieser Hefe bloss ungeeignet sind, oder ob die betreffenden Substanzen in spezifischer Weise dem Fortpflanzungsprozess eher hinderlich wirken, wurde durch die folgenden Versuche aufgeklärt.

Zu den guten Nährböden wie Peptonzuckeragar, Bierwürzeagar, auf welchen die Fortpflanzungsorgane leicht und reichlich ausgebildet werden, wurden verschiedene Stickstoffverbindungen

in gewissen Konzentrationen hinzugefügt und nach bestimmter Kulturdauer auf Askenbildung untersucht. Tabelle VIII (A-B) zeigt die gewonnenen Resultate.

TABELLE VIII. A. 5% Glukose+1% Peptonagar.

Hinzugefügte Verbindung	Konzentration	Wachstum	Askenbildung	Bemerkungen
(Kontrolle)	—	III	P III, Z I	Nach 2 Tagen haben reichliche Asken angesetzt, die nach 4 Tagen mit Sporen besetzt sind.
Alanin	0.1	III	P III, Z I	
	0.5-1	III	o	
Leucin	0.1	III	P III, Z I	Nach 4 Tagen Askenanlegung und am 6 ten Tage Sporen vorhanden.
	0.5-1	III	o	
Harnstoff	0.1	III	P III, Z I	Nach 4 Tagen Askenbildung, und am nächsten Tage schon Sporen gebildet.
	0.5-1	III	P III, Z I	
Ammoniumchlorid	0.1	III	P III, Z I	Nach 4 Tagen Askenbildung, am nächsten Tage reichliche Sporen.
	0.5-1	III	o	
Ammoniumsulfat	0.1	III	P III, Z I	Wie bei 0.1% $\text{NH}_4 \text{Cl}$.
	0.5-1	III	o	
Ammoniumphosphat	0.1	III	P III, Z I	Wie bei 0.1% $\text{NH}_4 \text{Cl}$.
	0.5-1	III	o	
Ammoniumnitrat	0.1	III	P III, Z I	Nach 4-5 Tagen reichliche Asken angesetzt.
	0.5-1	III	o	
Saurer wein-saurer Ammonium	0.1	III	P II	Wie bei 0.1% $\text{NH}_4 \text{Cl}$.
	0.5	III	o	
Weinstein	0.5	III	P III	Nach 2 Tagen schon Asken gebildet, und am 4 ten Tage Sporen vorhanden.
Kreatin	0.5	III	P III, Z I	Wie bei Kontrolle.
Kreatinin	0.5	III	P III, Z I	

TABELLE VIII. B. Bierwürze (3° Ball.)-Agar.

Hinzugefügte Verbindungen	Konzentration	Wachstum	Askenbildung	Bemerkungen
(Kontrolle)	—	III	Z III, P I.	Am 2ten Tage schon Askenbildung.
Ammoniumchlorid	0.1	III	P I	Am 9ten Tage Askenbildung zuerst bemerkt.

TABELLE VIII. B. Bierwürze (3° Ball.)-Agar. (Fortsetzung).

Hinzugefügte Verbindung	Konzentration	Wachstum	Askenbildung	Bemerkungen
Ammoniumchlorid	0.5-1	III	o	
Ammoniumnitrat	0.1	III	Z III, P I.	Am 5 ten Tage Asken gebildet.
	0.5-1	III	o	
Ammoniumsulfat	0.1	III	P I	Wie bei 0.1% NH ₄ Cl.
	0.5	III	P I	
	1	III	o	
Harnstoff	0.1	III	Z II, P I.	Am 5 ten Tage
	0.5-1	III	Z II, P I.	Am 7 ten Tage } Asken gebildet.
Leucin	0.1	III	Z III, P I.	Nach 5 Tagen
	0.5-1	III	Z III, P I.	Nach 7 Tagen } Asken gebildet.
Alanin	0.1	III	Z III, P I.	Nach 5 Tagen
	0.5-1	III	Z III, P I.	Nach 9 Tagen } Asken gebildet.
Asparagin	0.1-1	III	Z II, P I.	Nach 5 Tagen Asken gebildet.
Saures weinsaures Ammonium	0.1	III	Z II, P III.	} Wie bei Asparagin.
	0.5-1	III	P I	
Weinstein	0.1-1	III	Z III, P I.	Wie bei Asparagin.

Wie diese Tabelle zeigt, wird die Askenbildung durch den Zusatz von Ammoniumsalzen stark verzögert. Wenn die letzteren in einer Konzentration von 0.1 Prozent vorhanden waren, fand sich noch jedenfalls Askenbildung, aber im Gegensatz zur Kontrollkultur trat sie spärlich oder langsam auf. Bei zunehmender Konzentration beobachteten wir grösstenteils keinen Ansatz von Asken, ausgenommen die Fälle, in denen 0.5%ige Ammoniumsulfat oder 0.5—1% saures weinsaures Ammonium mit Bierwürzeagar gemischt wurde. Wenn Aminosäuren in einer Konzentration von 0.5—1% auch die Askenbildung auf Bierwürzeagar gar nicht beeinflussen können, lassen sie in Peptonzuckeragar den betreffenden Lebensprozess vollständig aufhören. Dies weist darauf hin, dass die Fortpflanzung der Hefe je nach ihrem übrigen Ernährungszustande nicht gleichartig von anderen chemischen Substanzen beeinflusst wird.

Da nach den Untersuchungen von F. EHRLICH (I, II) die Aminosäuren, bevor sie von der Hefe assimiliert werden, in Alkohole (bezw. Säure), Ammoniak und Kohlendioxyd abgespalten werden müssen, so kann man aus den obenerwähnten Versuchen leicht schliessen, dass die hemmende Wirkung der Aminosäuren auf die Askenbildung von dem produzierten Ammoniak abhängig ist. Ich war sogar imstande, in leucinhaltigen Kulturen die Entstehung des Amylalkohols nachzuweisen. Je schneller und je mehr Ammoniak abgespalten wird, desto stärker scheint die Aminosäure die Askenbildung unseres *Zygosaccharomyces* zu hemmen. Diese Vermutung wird noch durch die Tatsache bestätigt, dass der von dieser Hefe nicht desamidierbare Harnstoff und auch Weinstein hierbei keinen Einfluss auf ihre askenbildende Tätigkeit ausgeübt haben.

Was den Einfluss der osmotischen Wirksamkeit verschiedener Stoffe auf die Askenbildung anbetrifft, so wurden Natriumnitrat, Kochsalz, Kaliumchlorid, Kalisalpeter und Glyzerin in Bezug darauf geprüft, welche in verschiedenen Konzentrationen mit Bierwürzeagar (Bierwürze 3 Ball.) gemischt waren. Die erhaltenen Resultate sind in Tabelle IX angegeben.

TABELLE IX.

Konzentration (%) Substanz	0	1	5	10	15	20	25
Natriumnitrat	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z II, P I (II)	Kein Wachstum		
Kaliumnitrat	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	P III (III)	P III (III)	P III (III)
Natriumchlorid	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z II (II)	—	—	—
Kaliumchlorid	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z III, P I (II)	Z I, P I (II)	—	—	—
Glyzerin	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z III, P I (III)	Z II, P I (III)	Z II, P II (II)

(Die Zahlen in Klammern zeigen die Wachstumsintensität in 14 Tagen).

Diese Versuchsreihe zeigt uns, dass die Hefe in hochkonzentrierten Nährböden wie denjenigen mit 25% Kaliumnitrat oder Glycerin noch gut wachsen und die Fortpflanzungsorgane sowohl an der Ränder wie in der Mitte des Striches ausbilden kann. Doch stimmt die Verzögerung des Wachstums nicht nur mit der osmotischen Wirksamkeit der angewandten Konzentrationen überein, sondern es übt die chemische Natur der Substanzen einen Einfluss aus. So hemmt 15% Natriumnitrat (Salpeterwert 1.18) schon die Entwicklung dieser Art, während 25% Kaliumnitrat (Salpeterwert 0.99) noch üppiges Wachstum und reichliche Askenbildung gestattet. Diese Versuche bestätigen aber im wesentlichen die Angabe über die osmophile Eigenschaft unserer Hefeart. (Vgl. SAITO I).

Bei einer beständig fortgehenden Erneuerung der Nahrung bleibt die Fortpflanzung unserer Hefe aus. Auf ein entfettetes Wattestück, welches mit einer Menge Bierwürze getränkt ist, impfte ich die Hefe, und jeden Tag einmal wurde die Watte mit der entwickelten Hefe in eine neue Bierwürze übertragen und schwach geschüttelt, so dass der ganze Heferasen fortdauernd mit genügendem Nährstoff und Luftzufuhr versehen war. In diesem Zustande kommt die Entwicklung der Hefe üppig vor, während die Askenbildung vollständig ausbleibt. Die zur Kontrolle in einer und derselben Bierwürze ungeschüttelt gestandene Kultur bildete auf der Watte einen dicken Belag, und darin beobachtet man bald reichliche Asken. Selbst im letzteren Falle erzeugt die Hefe umso schneller die Asken, je niedriger die anfängliche Konzentration der Bierwürze ist. (Siehe Tabelle X).

TABELLE X.

Bierwürze 20 cem.		Askenbildung bemerkt nach		Bemerkungen
0.5°	Ball	1½	Tagen	
1°	„	„	„	
2°	„	2½	„	
3°	„	4½	„	
4°	„	6	„	
10°	„	12	„	} Es entwickelte sich nach einigen Tagen ein dicker Belag auf der Watte.
12°	„	12	„	

Diese Tatsache beweist, dass *Zygosaccharomyces mandshuricus* unter den für das Wachstum günstigen äusseren Bedingungen nicht die Fortpflanzungsorgane zu bilden vermag. Nach diesen Beobachtungen ist es auch verständlich, warum die Askenbildung von dem oberen Teil der Nähragarstriche aus nach dem unteren fortschreitet. Denn die Nahrungsstoffe werden viel schneller der ersteren dünnen Agarschicht entzogen als der letzteren dicken. Ueberträgt man eine einmal gebildete Askenanlage auf einen neuen Nährboden, so sprosst sie wieder aus und kann vegetativ wachsen, wenn der Fortpflanzungsakt im Protoplasma noch nicht genügend fortgeschritten ist. Wenn die Askenanlage aber etwas alt ist, sprosst sie auch beim Darbieten neuer Nährstoffe nicht mehr vegetativ aus, sondern schreitet entweder zur Reife oder geht bald zugrunde.

Wie verhalten sich die jungen Zellen unserer Hefeart gegen den von der Umgebung einwirkenden plötzlichen Nahrungsmangel? Dass die Askenbildung auf den in destilliertes Wasser getauchten Gipsblöcken gar nicht oder nur vereinzelt eintritt, und dass sie auf denjenigen mit verdünnter Bierwürze ausnahmslos reichlich vorkommt, lässt uns daran denken, dass die plötzliche und gänzliche Entziehung der Nahrung bei unserer Hefe den Fortpflanzungsprozess auszulösen nicht imstande ist, sondern dass für den letzteren ein bestimmter chemischer Stoff in der Umgebung vorhanden sein muss. Wie KLEBS an der Entwicklung gewisser Fortpflanzungsorgane von Schimmelpilzen nachgewiesen hat, wirkt hier nicht ein ganzer, sondern ein teilweiser Nahrungsentzug auf die Askenbildung auslösend ein.

Nach vielfachen Untersuchungen gelang es mir, die für die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane des *Zygosaccharomyces mandshuricus* notwendigen chemischen Verbindungen herauszufinden. Bei dieser Versuchsreihe wurde auf gewöhnlichen Gipsblöcken resp. Filterpapieren die Aussaat von jungen Zellen aus Kojiabsudkultur aufgetragen, und sogleich goss ich behutsam die sterilisierte Lösung der zu prüfenden Substanz in verschiedenen Konzentrationen darauf. Die Kulturen standen im Thermostat von 26—28°C.

Sehr günstig für die Entstehung der genannten Fortpflanzungsorgane erwiesen sich zunächst Hexosen, namentlich Dextrose, Laevulose und Mannose; die Anzahl der gebildeten Asken ist aber nicht sehr gross. Ich fügte den Lösungen 0.25%ige Monokaliumphosphat zu. Dieser Zusatz beförderte merkwürdigerweise die Askenbildung, so dass bei vergleichenden Versuchen mit und ohne Zusatz von Monokaliumphosphat der Unterschied sehr auffallend war.

Bei den folgenden Versuchen wurden stets einer 0.25%igen Lösung von Monokaliumphosphat die zu prüfenden Stoffe zugesetzt; jede Verbindung wurde in den Konzentrationen von 0.05—5% verwendet, wenn das Löslichkeitsverhältnis es gestattet.

VERZEICHNIS DER UNTERSUCHTEN STOFFE.

(Die Askenbildung auslösenden Stoffe sind mit * bezeichnet.)

Ammoniumchlorid	Rhamnose	Bernsteinsaures Kalium
Ammoniumnitrat	*Glyzerin	Fumarsäure
Ammoniumsulfat	*Mannit	Maleinsäure
Kaliumnitrat	Erythrit	Äpfelsäure
Kaliumsulfat	*Sorbit	Oxalsaures Kalium
Natriumchlorid	*Dulzit (bis 3%)	Akrylsaures Natrium
Kaliumchlorid	Glykol	Glykonsaurer Kalk
Natriumnitrat	Äthylalkohol	Glyzerinsaurer Kalk
Monokaliumphosphat	Amygdalin	Pepton-Witte
Dikaliumphosphat	Aesculin (gesättigt)	Haemoglobin
—	Salizin	Alanin
*Dextrose	Arbutin	Phenylalanin
*Laevulose	α-methylglykosid	Tyrosin
*Mannose	Hydrochinon	Glutaminsaures Natrium
*Galaktose	Brenzcatechin	Asparaginsaures Natrium
*Sorbose	Resorcin	Glykokoll
*Saccharose	Phloroglucin	Leucin
Maltose	Querzit	Hippursaures Natrium
Laktose	Inosit	Harnsaures Natrium
Trehalose	Weinsäure	Harnstoff
*Raffinose	Weinstein	Biuret
Dextrin	Saures weinsaures Am-	Azetamid
Inulin	Kaliumzitrat	Allantoin
Glykogen	Bernsteinsäure	Alloxanthin
Xylose	Milchsäure	Asparagin
Arabinose	Essigsaures Natrium	

Unter den hier angeführten Stoffen konnte ich nur bei Dextrose, Laevulose, Mannose, Galaktose, Sorbose, Saccharose, Raffinose, Glyzerin, Mannit, Sorbit und Dulzit die Wirkung auf die Askenbildung mit aller Sicherheit wahrnehmen. Wir wollen nun die Wirkung der letztgenannten organischen Stoffe etwas näher ins Auge fassen.

In Tabelle XI ist die Wirkungsweise der betreffenden Substanzen für die Askenbildung angegeben; für die Tabelle gebe ich meist die Resultate nach 24 Stunden, wenn nichts anderes angegeben ist.

TABELLE XI.

Substanz	Konzentration (%)	Askenbildung	Bemerkungen
Dextrose	0.05-0.125	o-I	Erst nach 5 Tagen reichliche Asken.
	0.25	II	
	0.5-1	III	
	2.5-5	o	
Laevulose	0.05-0.125	o-I	Nach 5 Tagen viele Asken.
	0.25	II	
	0.5-1	III	
	2.5-5	o	
Mannose	0.05-0.125	o-I	Nach 5 Tagen viele Asken.
	0.25	II	
	0.5-1	III	
	2.5-5	o	
Galaktose	0.125-0.25	o-I	
	0.5-1	I	
	2.5-5	II	
Saccharose	0.05-0.125	o-I	Nach 5 Tagen viele Asken.
	0.25	II	
	0.5-1	III	
	2.5-5	o	
Sorbose	0.1-0.5	o	

TABELLE XI. (Fortsetzung).

Substanz	Konzentration (%)	Askenbildung	Bemerkungen
Sorbose	1	I	
	5	II	
Raffinose	0.1-0.25	o	Nach 3 Tagen ziemlich reichliche Asken.
	0.5-2.5	I	
		II	
Glycerin	0.05-0.25	o-I	
	0.5-1	II	
	2.5-5	III	
Mannit	0.1-0.25	o-I	
	0.5-1	II	
	2.5-5	III	
Sorbit	0.1-0.25	o	
	0.5-1	I	
	5	II	
Dulzit	0.1-0.5	o	
	1	I	
	3	II	

Die Feststellung der unteren Konzentrationsgrenze war mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, weil gerade bei solchen Bestimmungen die individuelle Verschiedenheit im physiologischen Zustande der auf Gipsblöcken ausgesaeten Hefezellen ins Gewicht fällt.

Was zunächst die askenbildende Geschwindigkeit der gleichzeitig aufgegangenen Zellen betrifft, so ist immer wieder beobachtet worden, dass unter gleichen äusseren Verhältnissen für die Fortpflanzung der einzelnen Zellen eine recht verschiedene Zeit erforderlich ist. Vereinzelte, am besten disponirte Zellen bilden zuerst Fortsätze, dann folgt eine grössere Anzahl von gut und mittelmässig disponirten Zellen. Die nachträglich fortsatzbildenden, schlecht disponirten Zellen entziehen sich im Laufe unserer Versuchszeit meist der weiteren Beobachtung.

Je mehr wir uns der optimalen Konzentration der betreffenden Substanzen nähern, desto grösser ist die Zahl der anscheinend gleichzeitig fortsatzbildenden Zellen. Dies ist so zu erklären, dass die Abänderung der Substanzkonzentration den zeitlichen Einfluss bis zu einem gewissen Grade ersetzt und dadurch die zeitigere Umwandlung einer entsprechenden Zahl von schlechter disponierten Zellen veranlasst. Selbst derselbe Reizgrad wirkt nicht auf alle Zellen gleichzeitig auslösend ein. Die Reizschwelle liegt für die einzelnen Zellen offenbar verschieden, so dass einige Zellen ohne nachweisbaren Stoffreiz schon zu Asken werden. Auf eine gleichartige Beschaffenheit der Zellen ist gar nicht zu rechnen, solange sich die letzteren im Alter und in den Zelleinschlüssen etc. ungleich sind. Auch das Kojiabsud, in welchem die Hefe kultiviert ist, kann nicht jedesmal gleich zusammengesetzt sein.

Im folgenden habe ich also das Konzentrations-Minimum für die untersuchten Substanzen so angegeben, dass ich einmal die Konzentration anführe, die binnen 24 Stunden eine mässige oder lebhafte Askenbildung gestattet, zweitens jene, bei der der Prozess nicht oder nur vereinzelt beobachtet worden ist. Aus der Tabelle XI ergibt sich Folgendes:

Substanzen.	Konzentrations-Minimum.									
Dextrose	}	0.125—0.25 %
Laevulose										
Mannose										
Saccharose										
Galaktose	}	0.25—0.5 %
Raffinose										
Glyzerin										
Mannit										
Sorbit	}	0.5—1 %
Sorbose										
Dulzit										

Vergleicht man die Konzentrations-Minima der oben erwähnten Substanzen mit einander, so erhält man einen ungefähren Paralle-

lismus zwischen der Nährtauglichkeit und der Wirkung auf die Askenbildung. Da Dextrose, Laevulose und Mannose die vorzüglichsten Kohlenstoffquellen für diesen *Zygosaccharomyces* sind, so liegt das Konzentrations-Minimum für die Askenbildung am niedrigsten. Saccharose, die von unserer Art leicht invertiert wird und eben nahrhaft ist, zeigt auch einen gleichen Wert des Konzentrations-Minimums. Raffinose, welche auch hydrolysiert werden kann und dabei eine Hexose entstehen lässt, bringt ebenso eine gleiche Wirkung auf die Askenbildung hervor, aber wegen geringen Nährwerts liegt das Konzentrations-Minimum höher als bei den genannten Hexosen.

Da die isomeren Kohlenhydrate, wie Rohrzucker, Maltose und Laktose eine verschiedene Bedeutung für den Fortpflanzungsprozess von *Zygosaccharomyces* haben, so ist es auch bei diesem Falle bewiesen, dass geometrisch verschieden angebaute Verbindungen sich in der Auslösung des betreffenden Aktes, wie bei der Zygotenbildung von *Basidiobolus* (RACIBORSKI, I) und von *Sporodinia* (KLEBS, II), entgegengesetzt verhalten. Es ist aber bei unserem Falle die Erscheinung sehr einfach dadurch zu erklären, dass von den Disacchariden Maltose und Laktose durch unsere Hefeart gar nicht angegriffen werden; nach hydrolytischer Spaltung konnten sie also auf die Askenbildung eine positive Wirkung hervorbringen. Aus diesen Tatsachen kann man erkennen, dass die Hexosen für die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane unserer Hefe eine besonders wichtige Bedeutung haben.

Wie Hexosen verhalten sich auch sechswertige Alkohole, die von den ersteren durch Reduktion dargestellt werden und im geometrischen Bau der Moleküle ganz ihnen entsprechen; je nach dem Nährwert für den *Zygosaccharomyces* sind sie in dem Konzentrations-Minimum für die Askenbildung verschieden. So wurde die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane beobachtet bei der Verwendung von Sorbit, Mannit und Dulzit. Von anderwertigen Alkoholen konnte die Auslösung der Askenbildung nur in Gegenwart von Glycerin konstatiert werden.

Obwohl Glukose und Glycerin die Fortpflanzung unserer Hefe auslösen können, versagt sie bei der Verwendung von Glukonsäure

und Glycerinsäure, welche auch nicht assimiliert werden. Dies zeigt uns, dass das Ersetzen des Alkohol-resp. Aldehydradikals in den erstgenannten Verbindungen durch Karboxyl die Fortpflanzung sowie das Wachstum unserer Hefe unmöglich macht.

Ausser den oben erwähnten Verbindungen wurde die Askenbildung auch in Gegenwart von Wittepepton (0.001—1%) im Vereine mit anorganischen Bestandteilen ausgelöst, wenn auch nur sehr spärlich und oft zuerst nach einigen Tagen auf Gipsblöcken. Es scheint mir nicht unmöglich, dass der Kohlenhydratrest, welcher im Eiweissmolekül vorkommt, die Ursache dieses Vermögens ist. Obwohl in diesem Falle die Asken sehr schwer und in geringer Anzahl erzeugt werden, befördert ein kleiner Zusatz von Dextrose den Fortpflanzungsprozess; so z. B. vermehrt sich die Askenzahl schon beim Vorhandensein einer 0.001—0.005%igen Dextrose, und bei 0.05%iger Dextrose treten die Asken immer reichlich auf. In ähnlicher Weise wirkt auch das Mischen einer geringen Menge Pepton mit einem der oben erwähnten Kohlenhydrate und Alkohole. Mischungen von Dextrose, Pepton und Phosphat liefern also Substrate, die für die Fortpflanzung dieser Hefe besonders günstig sind. Deshalb treten die Askenanlagen binnen 24 Stunden mässig reichlich auf, wenn die Hefezellen aus Kojiabsudkulturen nur kurze Zeit in destilliertem Wasser aufbewahrt und nachher in Peptonlösung übergeführt werden. Denn solche Hefezellen sind noch nicht genügend von der in den Membranen imbibierten Nährlösung befreit worden, so dass die letztere im Vereine mit Pepton und Phosphat bei den Hefezellen die Entstehung der Fortpflanzungsorgane auslösen kann.

Meine Ergebnisse haben aber nur einen begrenzten Wert; sie gelten zunächst für die Bedingungen, unter denen die Versuche gemacht wurden. Bei diesen wurden die Hefezellen aus der Kojiabsudkultur nach genügendem Waschen mit Wasser auf Gipsblöcke gesaet. Denn der gleiche Pilz kann bei der Kultur auf verschiedenartigen Substraten doch etwas verschiedene Eigenschaften erhalten. Wie meine Versuche beobachten liessen, gelang es mir jedoch bei Hefezellen, welche sich sowohl in Bierwürze als

in 5%iger Dextroslösung mit 1% Ammoniumsulfat, Asparagin, Alanin oder Pepton entwickelten, niemals Asken zu erhalten, wenn sie auf Gipsblöcken mit destilliertem Wasser gesetzt sind; beim Vorhandensein von 1%iger Dextrose im Vereine mit 0.25%iger Monokaliumphosphat beobachtete ich jedesmal reichliche Askenbildung.

Um den Einfluss des Ernährungszustandes der Hefezellen zu erfahren, nahm ich die Bodensatzhefe aus verschiedenen alten (2—9 Tage) Kojiabsudkulturen; es zeigten sich bei Hefezellen in 1%iger Dextroslösung mit 0.25% Monokaliumphosphat junge Asken, die meist in 24 Stunden gebildet wurden. Bei Hefezellen in destilliertem Wasser trat keine Askenbildung auf.

Da der Zusatz von Monokaliumphosphat in Zuckerlösungen sich als sehr förderlich für die Askenbildung in Gipsblockkulturen erwies, fragte es sich jetzt, ob andere Salze die gleiche Bedeutung für die Askenbildung besitzen. Bei allen Versuchen wurden die Hefezellen, welche in Kojiabsud herangewachsen waren, benutzt; sie wurden nach Waschen auf sterilisierte Gipsblöcke oder Filterpapier ausgesäet. Stets wurden 20 cem einer 1%igen Dextroslösung mit den zu prüfenden Salzen in 0.1—0.25%iger Konzentration versetzt; folgende Verbindungen wurden verwendet und die Ergebnisse nach 24 Stunden sind dabei angegeben.

Substanzen.	Askenbildung.
Monokaliumphosphat... ..	III
Calciumnitrat	o
Kaliumnitrat	I
Magnesiumsulfat	?
Kaliumsulfat	II
Dikaliumphosphat	II
Ammoniumphosphat	o
Natriumchlorid	o
Kaliumchlorid	I
Ammoniumnitrat	o
Ammoniumchlorid	o
Ammoniumsulfat... ..	o
Natriumnitrat	o
Dinatriumphosphat	I

Die Resultate der Versuche waren so eindeutig wie möglich. Denn in Dextroselösungen mit Ammoniumsalzen versagte die Askenbildung, wie schon oben erwähnt ist. Nur bei der Verwendung von Monokaliumphosphat erfolgte die lebhafteste Askenbildung; dagegen sind Dikaliumphosphat und Dinatriumphosphat entschieden weniger günstig. Die Kalisalze üben auf die Erzeugung der Asken eine mehr oder minder günstige Wirkung aus.

Wir möchten hier noch über die Veränderung der Gestalt und des Inhalts der Hefezellen nach dem Uebertragen auf die Gipsblöcke etwas sprechen. Die aus dem Kojiabsud herausgenommenen und genügend gewaschenen Hefezellen enthalten Glykogen nur in spärlicher Menge, so dass sie beim Behandeln mit verdünnter Jodjodkaliumlösung im Ganzen gelblich und stellenweise braunrot gefärbt werden. Nach der Uebertragung auf Gipsblöcke in Zuckerlösungen vakuolieren die Zellen, und in jeder Zelle erscheint Glykogen in grosser Menge, so dass eine platinösevolle Hefemasse mit Jodlösung sofort braunrot gefärbt wird, und darauf folgt die Fortsatzbildung in der Regel von einer Stelle der Zelle aus. Diese Veränderung wurde an allen Substanzen, in deren Gegenwart die Askenbildung ausgelöst wurde, ausnahmslos beobachtet.

Von anderen Zelleinschlüssen bemerkt man, dass der Kern, welcher in vegetativen Hefezellen gewöhnlich zentral gelagert ist, in den fortsatzbildenden Zellen meistens an der Basis des Fortsatzes gewandelt ist. Der Kern wurde nach dem Fixieren der Zellen mit Pikroformol und bei darauf folgender Färbung mit Eisenhaematoxylin untersucht. Aus dieser Art der Lagerung ist bei Hefezellen zu schliessen, dass der Kern, wie HABERLANDT bei anderen Pflanzenzellen konstatiert hat, bei ihrem Wachstum auch eine wichtige Rolle spielt. Eine solche Lagerung des Kernes ist auch in den zytologischen Arbeiten GUILLIERMOND's über andere *Zygosaccharomyces*-Arten und viele fortsatzbildende Hefezellen abgebildet.

Aus der Tatsache, dass die Hefezellen vor der Umwandlung in Asken zunächst reichlich Glykogen aufspeichern, darf man nicht

sogleich den Schluss ziehen, dass die glykogenhaltige Zelle unbedingt sofort sich zu Asken umwandeln kann. Denn die Hefezelle speichert beim Darbieten von Arabinose, Glykol u.s.w. eine mässige Menge Glykogen auf, aber ohne besondere Wirkung auf die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane beobachten zu lassen. Die beiden Lebensprozesse können also unabhängig von einander verlaufen.

2. *Schizosaccharomyces octosporus* Beijerinck.

Kultiviert man auf festem Nährboden diesen *Schizosaccharomyces*, so werden die Sporen schnell und reichlich in den Asken gebildet, welche durch Vereinigung zweier vegetativen Zellen entstehen. Auf Gipsblöcken im Wasser tritt aber die Sporenbildung viel sparsamer auf, was durch meine eigenen Versuche bestätigt wurde.

Der frische Bodensatz im Kojiabsud bildet nach dem Waschen mit Wasser auf gewöhnlichen Gipsblöcken gar keine oder nur vereinzelte Sporen, während die letzteren beim Vorhandensein von verdünntem Kojiabsud oder von Bierwürze bei 28°C nach 24 Stunden sehr massenhaft gebildet werden, so dass eine kleine Menge Hefezellen aus solchen Kulturen mit Jodlösung sich dunkelblau färbt. Es ist also vorläufig anzunehmen, dass bei der Entwicklung der Fortpflanzungsorgane ein bestimmter chemischer Stoff unbedingt vorhanden sein muss.

Dieser *Schizosaccharomyces* charakterisiert sich noch durch sehr wählerisches Verhalten gegen die Stickstoffquelle; er assimiliert nur natürlich vorkommende Eiweisstoffe in Bierwürze, Rosinen, Kojiabsud, Hefewasser u.s.w., und es konnte auch unter sonst günstigen Bedingungen mit Pepton, Asparagin oder Ammoniumsalzen ein kaum sichtbares Wachstum erreicht werden. Von den Kohlenhydraten und Alkoholen verursachen Dextrose, Laevulose und Maltose ein kräftiges Wachstum, Galaktose, Mannit und Glyzerin nur ein schwaches; Rohrzucker, Erythrit, Milchsucker, Raffinose, Dulzit, Querzit, Arabinose und Inosit gar keins. (vgl. LINDNER [I], S. 495).

Für die Versuche über den Einfluss der Kohlenstoffquelle auf die Entstehung der Fortpflanzungsorgane wandte ich vor allem Hefewasseragar mit den zu prüfenden Kohlenhydraten oder Alkoholen an. Ich benutzte stets 10 ccm Kulturgallerte, die sich erstarrt in Reagenzgläsern auf schiefer Ebene befand. Auf einem reinen Hefewasseragar tritt kein Wachstum auf. Die beigegebene Tabelle XII gibt näheren Aufschluss über meine Versuche, bei denen die obengenannten Kohlenstoffquellen, die von diesem *Schizosaccharomyces* assimiliert werden, auf ihre Bedeutung für die Sporenbildung geprüft wurden.

TABELLE XII.

Substanz	Konzentration	Wachstum	Askenbildung
Dextrose	0.05	o-I	o-I
	0.1	I	I
	0.5	I-II	I
	1	II	II
	3	II	III
	5-15	III	III
	20	II	III
Laevulose	0.05	o-I	o-I
	0.1-0.5	I	I
	1	II	II
	5-10	III	III
Galaktose	0.05-0.5	o	o
	1	o-I	o-I
	5	I	I
	10	I-II	I
Mannose	0.05	o	o
	0.1	I	I
	0.5-1	II	I
	5-10	II-III	III
Maltose	0.1-0.5	o-I	o-I
	1-5	I	I

TABELLE XII. (Forsetzung)

Substanz	Konzentration	Wachstum	Askenbildung
Maltos	10	II	III
Glyzerin	0.5-1	o	o
	5-10	I	I
	15	I	o
Mannit	0.05-3	o	o
	5	I	I
	10	o	o

Aus dieser Tabelle ergibt sich als niedrigste Konzentration der Substanzen für die sichere Sporenbildung :

Dextrose	} 0.05-0.1
Laevulose	
Mannose	
Maltose...	... .. 0.5-1
Galaktose	... .. 1-5
Glyzerin	} 5
Mannit	

Nach diesem Versuche wirken Dextrose, Laevulose und Mannose, die für diesen *Schizosaccharomyces* besonders nahrhaft sind, ebenso förderlich auf die Entstehung der Fortpflanzungsorgane ein, denn 0.05-0.1%ige Konzentration genügt schon zur Sporenbildung. Die minder nahrhaften Maltose und Galaktose müssen schon in etwas höherer Konzentration angewandt werden ; noch mehr ist dies der Fall bei Glyzerin und Mannit.

Um den Einfluss von plötzlicher Nahrungsänderung auf die Fortpflanzung zu prüfen, habe ich junge Bodensatzzellen aus Kojiabsudkulturen herausgenommen und in 10 ccm-Lösungen der zu prüfenden Substanzen in verschiedenen Konzentrationen in

Petrischalen ausgesaet. Keine anorganische Substanz veranlasst Sporenbildung ; nur bei 1–2% Kaliumkarbonat, 0.5–2% Natriumkarbonat, 0.05–0.1% Ammoniumkarbonat und 0.05% Natronlauge sowie Kalilauge beobachtete ich nach 24 Stunden mit Jodjodkaliumlösung eine tiefblaue Färbung des Zellinhalts, aber eine Sporenbildung trat niemals ein. Diese Substanz kann oft in solcher Menge aufgespeichert sein, dass die ganze Zelle mit Jodjodkaliumlösung dunkelblau erscheint.

Eine ganz gleiche Färbung des Zellinhalts mit Jodjodkaliumlösung wurde auch bei Verwendung von Harnstoff in Konzentrationen von 0.1–1 Proz. beobachtet ; dabei änderte sich jede Lösung alkalisch und sandte einen starken ammoniakalischen Geruch aus. Nach diesen Erscheinungen kann man leicht daran denken, dass diese eigentümliche Farbenreaktion des Zellinhaltes mit Jodkaliumlösung nicht von dem Harnstoff selbst, sondern von dem abgespaltenen Ammoniak verursacht ist. Es wurde eben bei diesem *Schizosaccharomyces* das Vorkommen von harnstoffspaltendem Enzyme in folgender Weise nachgewiesen. Destilliertes Wasser mit milchig fein verteilter Hefe wurde in zwei Teile geteilt, der eine Teil wurde während kurzer Zeit aufgeköcht, der andere blieb unverändert. Jetzt wurden den beiden gleiche Mengen von Harnstoff und dann, um die Einwirkung von Mikroorganismen auszuschalten, etwas Toluol zugestzt und bei 28°C stehen lassen. Nach 24 Stunden wurden beide Flüssigkeiten chemisch untersucht ; dabei färbt sich der ungeköchte Teil mit rotem Lackmuspapier deutlich blau und zugleich gibt er mit NESSLER'schem Reagenz einen gelbbraunen Niederschlag, welche Reaktionen jedoch bei dem einmal aufgeköchten Teil ganz ausblieben.

Bislang wurde die eigentliche Sporenbildung nur bei der Verwendung von Dextrose, Laevulose, Galaktose, Maltose, Mannose, Mannit und Glyzerin beobachtet. Ein Zusatz von phosphorsaurem Kalium hat aber keine Förderung der Askenbildung verursacht. In der folgenden Tabelle XIII ist das diesbezügliche Ergebnis niedergeschrieben.

TABELLE XIII.

Substanz	Konzentration	Askenbildung
Dextrose	0.1-1	I
	5-20	II
Laevulose	0.1-2.5	I
	5	II
Mannose	0.5	o
	1-5	I
	10	II
Galaktose	0.5-1	o
	5-10	I
Maltose	0.5	o
	1-5	I
	10	II
Glyzerin	0.5-1	o
	5-10	I
	20	o
Mannit	0.5-1	o
	3-10	I

Nach diesem Versuche wirken auch Dextrose und Laevulose besonders förderlich auf die Sporenbildung vom *Schizosaccharomyces octosporus* ein, denn 0.1% Konzentration genügt schon zur Sporenbildung. Von anderen Verbindungen, die die Sporenbildung dieser Hefe auslösen konnten, ist die niedrigste Konzentration für die Entstehung der Fortpflanzungsorgane umso niedriger, je nahrhafter die Substanz ist.

Nicht so günstig wie die natürlichen Nährböden z.B. Bierwürze, Kojiabsud wirken die oben erwähnten chemischen Substanzen auf die Sporenbildung ein; die Asken treten auf den ersteren immer zahlreich und mit unbedingter Sicherheit auf, während sie auf den letzteren nicht in so grosser Menge erzeugt werden. Ausserdem herrschen bei der Verwendung der oben erwähnten Ver-

bindungen Asken mit nur vier Sporen vor, und die achtsporigen kommen selten vor.

Nach dieser Beobachtung lässt sich annehmen, dass eine Zufuhr von gewissen Kohlenhydraten oder Alkoholen ein wesentlicher unter vielen Faktoren ist, welche auf die sichere Entstehung der Sporen einwirken. Je nach dem physiologischen Zustande der Hefezellen können sie auch in einer Lösung der eben genannten chemischen Substanzen schon zur Sporenbildung schreiten. Es geht daraus hervor, dass eine kräftige, wohlgenährte Zelle die grösste Fähigkeit, Sporen bilden zu können, besitzt, und dass nur ausnahmsweise ausgehungerte Zellen Sporen erzeugen.

Weiter wurde geprüft, wie einige Substanzen, die selbst die Sporenbildung hervorzubringen nicht imstande sind, die Wirkung von 5%iger Dextroslösung auf die Fortpflanzung beeinflussen. Dafür wurden die zu prüfenden Verbindungen in Konzentrationen von 0.1–1 Proz. verwendet. (siehe Tabelle XIV.)

Wie man aus dieser Tabelle sieht, werden die geprüften Verbindungen in ihrem Einfluss auf die Sporenbildung des *Schizosaccharomyces* in zwei Gruppen geteilt. Eine Gruppe umfasst diejenigen Verbindungen, welche auf die Sporenbildung hemmend einwirken; darin sind einzureihen: Ammoniumsalze, Alanin, Asparagin, Harnstoff und Pepton. Schon ein 0.1%iger Zusatz zu 5%iger Dextroslösung verzögert die Sporenbildung, und ebenso verhalten sich freie organische Säuren und Dikaliumphosphat, während organische Salze (einschl. saure Salze) gar keinen Einfluss konstatieren lassen. Die andere Gruppe besteht aus denjenigen Verbindungen, welche die Wirkung von Dextrose auf die Sporenbildung nicht verhindern. Ausser den bereits erwähnten organischen Salzen gehören dazu noch Laktose, Kalisalpeter und Monokaliumphosphat.

TABELLE XIV.

Substanz	Konzentration	Askenbildung	Bemerkungen
Kontrolle (^{kein} Zusatz)	—	II	
Harnstoff	0.1 0.5-1	o-I o	} Zellen färben sich mit Jod- jodkaliumlösung blau
Alanin	0.1 0.5-1	o-I o	
Asparagin	0.1 0.5-1	o-I o	
Wittepepton	0.1-1	o	
Kalialpeter	0.1-1	II	
Monokalium- phosphat	0.1-1	II	
Dikalium- phosphat	0.1 0.5 1	o-I o-I o	} Zellen färben sich mit Jod- kaliumlösung blau
Ammoniumsulfat	0.1-1	o	
Saures weinsaures Ammonium	0.1 0.5-1	o-I o	
Weinstein	0.1-1	II	
Kaliumziträt	0.1-1	II	
Weinsäure	0.1-1	o	
Zitronensäure	0.1-1	o	
Äpfelsäure	0.1-1	o	
Fumarsäure	0.1-1	o	
Maleinsäure	0.1-1	o	
Laktose	1-5	II	

In welcher Weise die antagonistische Wirkung solcher Substanzen auf Dextrose zustande kommt, ist uns noch nicht geklärt. Doch beeinflusst jede Substanz, welche die Sporenbildung hemmt, gar nicht das Durchdringungsvermögen der Kohlenhydrate in den Hefezellen, weil nach der LINDNER'schen Kleingärmethode kon-

statiert wurde, dass die Gasblasen in dextroschaltigen Objekt-trägerhöhlen ebenso schnell und stark beim Fehlen als beim Vorhandensein von Alanin, Asparagin, Harnstoff und Ammoniumsulfat in einprozentiger Konzentration auftraten. Da die letztgenannten Stickstoffverbindungen vom *Schizosaccharomyces* nicht assimiliert werden, so liegt die Ursache des Sterilbleibens bei einem Zusatz zu Dextroselösung nicht in der Wachstumsbeförderung, sondern in einer Verschiebung des physiologischen Zustandes der Hefezellen nach einer anderen, uns noch unbekannten Richtung hin.

Wenn wir statt Dextroselösung gewöhnliche Bierwürze verwenden, so findet keine Verzögerung der Sporenerzeugung durch die Gegenwart der oben erwähnten Verbindungen statt. Alle Kulturen bildeten so gut Sporen wie die Kontrolle, die nur mit Bierwürze versehen war. Dies weist darauf hin, dass der Einfluss von chemischen Substanzen auf die Fortpflanzung je nach den übrigen Ernährungsbedingungen der Hefezelle in der einen oder anderen Weise abgeändert wird.

Was den morphogenen Reiz der Sporenbildung von diesem *Schizosaccharomyces* anbetrifft, so nimmt KLEBS (IV) an, dass er auf einem festen Substrat mit zuckerreicher Nährflüssigkeit an der Impfstelle sehr rasch die Nahrung verbraucht, und die oberen Schichten der Zellen sehr schnell zur Sporenbildung übergehen. Um zu prüfen, ob diese Ansicht für den *Schizosaccharomyces* gerechtfertigt ist, wurden einige Versuche neu angestellt.

Die jungen kräftigen Hefezellen aus Kojiabsudkultur wurden in Petrischalen, von denen je eine mit 10 ccm Bierwürze von verschiedenen Konzentrationen (0.5–12 Ball.) beschickt war, hineingebracht. Bei 28°C sind binnen 24 Stunden in allen Schalen reichliche Sporen entstanden, aber in 0.5 Ball. Bierwürze entwickelte sich die Hefe nur kümmerlich. In destilliertem Wasser trat schliesslich keine Sporenbildung ein.

Dass die Sporenbildung des *Schizosaccharomyces octosporus* auch in einem Ueberschuss von Nahrung ruhig vor sich geht,

wurde durch folgenden Versuch bestätigt. Auf einen kleinen Gipsblocke in einer grossen Schale wurden wenige kräftige Hefezellen ausgesaet und dann eine grosse Menge Bierwürze (12 Ball.) in die Schale eingeführt, bis die Flüssigkeit noch ein bischen über der Oberfläche des Gipsblockes stand. In einem solchen Zustande werden die Hefezellen an keine Armut der Luftzufuhr und der Nahrungsstoffen geraten. Selbstverständlich sprosseten die ausgesaeten Zellen, aber bereits nach 20 Stunden entwickelten sich die Sporen an einem grossen Teil der Zellen.

Dass kein Nahrungsmangel dabei eintritt, ist dennoch klar, weil nach Herausnahme einer kleinen Menge von Kulturflüssigkeit in Reagenzgläser unter gewöhnlichen Vorsichtmassregeln wiederum eine üppige Entwicklung des *Schizosaccharomyces* darin beobachtet wurde. Auch möchte ich die Annahme, dass die Nahrungsänderung dabei die Ursache der Sporenbildung ist, für weniger wahrscheinlich halten. Denn eine grosse Menge Nährflüssigkeit kann während kurzer Kulturdauer durch wenige Hefezellen nicht so tiefgreifend verändert werden, um die letzteren in einen anderen Lebensprozess abzulenken.

Da alle anderen allgemeinen Bedingungen für die Lebensprozesse günstig sind, dürfen wir anscheinend keine schlechte Nahrungsbesorgung von der Umgebung annehmen wie bei den von MATZUSCHITA (I) untersuchten anaeroben Bakterien, bei welchen durch plötzliche Luftzufuhr eine gleiche Wirkung wie der Nahrungsentzug hervorgebracht wurde. Obwohl man an viele Möglichkeiten denken könnte, ist es aber bei *Schizosaccharomyces*, wie KLEBS einmal bei der Alge *Hydrodictyon* vermutet hatte, möglich, dass in den jugendlichen, mit Protoplasma gefüllten Zellen die Vakuolen allmählich erscheinen, die zuerst der Zahl nach sich vermehren, und dadurch später die Zunahme des Zellsaftes im Verhältnis zu dem immer dünner werdenden Plasmabelag Bedingungen schafft, die die Lebenstätigkeit der Hefezellen mehr und mehr einschränken. Es gibt aber bis jetzt nicht den geringsten Beweis für das Zutreffende dieser Ansicht.

Wenn der Nahrungsmangel bei Konstanz der anderen Aussenbedingungen keine notwendige Bedingung für die Sporen-

Die Bildung dieses *Schizosaccharomyces* ist, so vertritt ich gerade die Ansicht, dass für den betreffenden Lebensprozess wesentlich innere Ursachen in Frage kommen. Während der Entwicklung einer Hefezelle kann jede Veränderung geschehen, und infolgedessen wird ihre spezifische Ontogenese durch eine selbstregulatorische Lenkung und Verschiebung der inneren Ursachen bedingt (vgl. PFEFFER [I], S. 222). Im Verlauf der Ontogenese können in den Hefezellen immer tiefer greifende Veränderungen der inneren Bedingungen eintreten, und ein gewisser Zustand des Protoplasmas wäre für die Qualität der resultierenden Gestaltänderungen massgebend. Jede vegetative Zelle vom *Schizosaccharomyces octosporus* kann in frischer Nährlösung durch Spaltung vegetativ wachsen, während die einmal entstandenen Askien nicht mehr weiter sich spalten können, sondern Sporen bilden oder bald zugrunde gehen.

Vor allem ist aber genügende Luftzufuhr eine unbedingt notwendige Bedingung für die Sporenbildung dieser Hefeart. Wenn verschiedene Mengen Bierwürze (12 Ball.) in gleichgrossen Petrischalen ausgegossen und eine Menge kräftiger Hefezellen hineingebracht wurden, bekam ich schon nach 24 Stunden eine reichliche Sporenbildung in den Schalen mit 5, 10, 15, 20 ccm von Nährflüssigkeit, doch blieb der Fortpflanzungsprozess in einer 40 ccm haltenden Schale aus, in welcher erst nach 4 Tagen nur wenige Sporen hie und da gefunden wurden.

Anscheinend widerspricht ein anderer Versuch dieser Annahme, weil in einer Mischung von 30 ccm Wasser und 10 ccm Bierwürze (12 Ball.) nach 24 Stunden massenhafte Sporenbildung an jungen kräftigen Zellen beobachtet wurde. Dennoch ist dies so zu erklären, dass in konzentrierter Würze durch den Gehalt an Salzen die Absorptionsfähigkeit derselben für Sauerstoff stärker herabgesetzt wird als in verdünnter. Ausserdem wirkt eine chemische Absorption des Sauerstoffes durch Kohlenhydrate und andere Stoffe mit. Dazu kommt noch der beständige Sauerstoffverbrauch durch Hefezellen und die Kohlensäurebildung durch Gärung, so dass in konzentrierten Nährlösungen der Sauerstoffgehalt immer geringer wird.

Wenn der Sauerstoff auch ein wichtiger Faktor für die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane vom *Schizosaccharomyces octosporus* ist, dürfen wir ihm aber nicht eine Bedeutung als morphogener Reiz des betreffenden Lebensprozesses beilegen. Denn diese Art bedarf insbesondere des freien Sauerstoffes; in dieser Hinsicht ist diese Art ähnlich wie Kahlmhefe (LINDNER [I], S. 495). Ohne freien Sauerstoff wächst sie kaum, so dass der Sauerstoff wenigstens für diese Hefe eine allgemeine Lebensbedingung ist. Das Konzentrations-Minimum des Sauerstoffes, welches diese Hefeart für die Fortpflanzung bedarf, ist noch nicht ermittelt worden; am wahrscheinlichsten liegt es höher als für das vegetative Wachstum.

Hier möchte ich nebenbei mitteilen, dass die Sporen vom *Schizosaccharomyces octosporus* nur in natürlich vorkommenden Nährböden zur Keimung gebracht wurden. Vergebens wurden Hefewasser, Wittepepton, Glukose, Asparagin, Leucin, Pepsin, Papayotin (alle in 1%) geprüft. Wenn aber dem Hefewasser 1% Dextrose oder Laevulose hinzugefügt wird, tritt die Keimung sicher auf, während ein Zusatz von 0.1% Dextrose als auslösender Reiz des letzteren Prozesses noch nicht genügt. Das Hefewasser mit Saccharose, Mannit und Laktose in 1%iger Konzentration war auch nicht imstande, die Keimung der Sporen hervorzubringen. Mit unbedingter Sicherheit können wir die Keimung bei Verwendung von Kojiabsud und Bierwürze von 12 Ball. beobachten.

3. *Saccharomyces mandshuricus* Saito, Forma I.

Diese Art zeichnet sich durch die leichte Sporenbildung aus. Um diese Hefe zur Bildung von Sporen zu bewegen, muss man junge kräftige Zellen im besten Ernährungszustande plötzlich in ein nahrungsarmes Substrat bringen, wie es in den zumeist angewendeten Gipsblöcken geboten wird. Die Zellen können dadurch bei 25–26°C innerhalb 24 Stunden zur Sporenbildung eingehen.

Bringt man dagegen die Hefezellen aus einer Kojiabsudkultur statt in reines Wasser in die Lösung einer Sub-

stanz, so ist das Resultat sehr verschieden. Dieses hängt einmal von der chemischen Natur der Substanz, zweitens von ihrer Konzentration ab.

Da nach der Gipsblockmethode die Wachstumsintensität der ausgesaeten Hefezellen kaum richtig beurteilt werden kann, so habe ich vorläufig einige Versuche über den Nährwert einiger Kohlenstoff- und Stickstoffquellen ausgeführt. Dazu bediente ich mich der Züchtung auf reinem Agar-agar mit anorganischen Salzen und den Kohlenstoff- und Stickstoffquellen. Die Kulturen standen 14 Tage in einem Thermostat von 25–26°C. In Tabelle XV sind die Resultate darüber angegeben.

TABELLE XV.

N-quelle C-quelle (1%)		C-quelle N-quelle (1%)	
0.5% Ammonium- sulfat	5% Dextrose		
Dextrose	III	Ammoniumsulfat	II-III
Laevulose	III	Ammoniumnitrat	III
Mannose	III	Kaliumnitrat	o-I
Galaktose	III	Asparagin	III
Rohrzucker	III	Asparaginsäure	II-III
Maltose	III	Glutaminsäure	II-III
Laktose	o	Phenylalanin	II
Raffinose	III	Alanin	III
Inulin	o-I	Tyrosin	I
Dextrin	I	Leucin	III
α -methylglykosid	II	Seidenpepton	III
Amygdalin	o-I	Wittepepton	I-II
Mannit	o-I	Succinamid	o
Arabinose	o-I	Azetamid	o-I
Xylose	o	Oxamid	o
Erythrit	I	Aethylurethan	o-I
Glyzerin	II	Biuret	o-I
Querzit	o	Harnstoff	III
Dulzit	o-I	Allantoin	III
Kontrolle (ohne C-quelle)	o	Guandinkarbonat	o
Bemerkung zu dieser Tabelle: Bei Seidenpepton entstanden nach einer Woche einige sporentragende Zellen auf dem oberen Strichteil. Bei allen anderen Kulturen blieb die Sporenbildung aus. Bei Ammoniumsalzen starben viele Zellen innerhalb 14 Tagen ab.		Natriumhippurat	I
		Natriumurat	I
		Kreatin	o-I
		Kontrolle (ohne N-quelle)	o-I

Unter den Kohlenhydraten sind als Kohlenstoffquelle sehr geeignet : Dextrose, Laevulose, Mannose, Galaktose, Saccharose, Raffinose und Maltose ; α -methylglykosid, Glyzerin, Dextrin und Erythrit verursachen schwaches Wachstum ; Inulin, Amygdalin, Mannit, Arabinose, Xylose, Querzit, Dulzit gar keins. Im Vereine mit Dextrose gestatten Ammoniumsalze, Aminosäuren, Pepton, Harnstoff und Allantoin ein mehr oder weniger üppiges Wachstum, während Kaliumnitrat, Succinamid, Azetamid, Oxamid, Biuret, Aethylurethan, Guanidinkarbonat, Kreatin nicht von dieser Hefe assimiliert werden.

Im folgenden sind die Einflüsse von chemischen Substanzen in verschiedenen Konzentrationen auf die Sporenbildung der betreffenden Art untersucht. Da die chemische Konstitution einen wesentlichen Einfluss auf die Sporenbildung hat, so will ich die Versuche nach den Gruppen chemisch verwandter Stoffe ordnen.

Bei all den folgenden Versuchen benutzte ich ausnahmslos junge Hefezellen, die 48 Stunden im Kojiabsud (12 Ball.) herangewachsen waren, d.h. also ein sehr gleichmässig vorgebildetes Material. Die Hefezellen aus einer solchen Kultur wurden nach genügendem Waschen mit Wasser auf Gipsblöcke in der Lösung der zu prüfenden Substanz ausgesaet, die Kulturen standen im Thermostat von 26°C. Nach 24 Stunden wurden die Hefezellen untersucht, wie auch die folgenden Tage. Für die Tabelle gebe ich meist die Resultate nach 24 Stunden, wenn nichts anderes angegeben ist.

Tabelle XVI zeigt, dass bei gleicher Versuchsanstellung die einzelnen Substanzen einen sehr verschiedenen Einfluss auf die Sporenbildung ausüben, eine Tatsache, die auch von KLEBS für die Fortpflanzung anderer Pilze festgestellt ist. Wenn die zu prüfende Substanz einen grossen Nährwert besitzt und gleichzeitig von der Hefe vergoren werden kann, so ist die obere Konzentrationsgrenze, welche dem *Saccharomyces* noch die Sporenbildung gestattet, immer niedrig. Da den Hefezellen keine besonderen Stickstoffquellen zur Verfügung standen, hing das Wachstum in

TABELLE XVI.

Substanz	Konzentration	Askenbildung	Bemerkungen
Dextrose	0 (Kontrolle)	III	Nach 5 Tagen sind wenige Asken gebildet. Zellen sind vakuoliert.
	0.1	III	
	0.25	II	
	0.5	I	
	1	o	
	2-5	o	
Laevulose	0.25	III	Nach 48 Stunden sind Asken ziemlich reichlich gebildet. Nach 48 Stunden sind wenige Asken gebildet. Zellen sind vakuoliert
	0.5	o	
	1	o	
	2-5	o	
Mannose	0.1-1	III	Nach 48 Stunden sind ziemlich reichliche Asken gebildet. Zellen sind vakuoliert
	2-4	o	
	5	o	
Galaktose	0.5	I	In den nächsten Tagen vermehren sich die Asken an Zahl. Nach 3 Tagen sind viele Asken gebildet. Ebenso in den nächsten Tagen.
	2	o	
	3-5	o	
Maltose	0.1-5	III	
Saccharose	0.5-1	I	Ebenso in den nächsten Tagen. Die Zellen sind vakuoliert.
	2-5	o	
Laktose	0.5-5	III	
Inulin	1	III	
Dextrin	0.5-5	III	
Glykogen	0.1-1	III	
α -methylglykosid	0.5-5	III	
Raffinose	0.1-2	III	
Sorbit	0.1-2	III	
Mannit	0.5-2	III	Am nächsten Tage sind einige Asken gebildet.
	3-5	o	
Glyzerin	0.1-0.5	III	

TABELLE XVI. (Fortsetzung.)

Substanzen	Konzentration	Askenbildung	Bemerkungen
Glyzerin	1-2	I	} Nach 48 Stunden sind reichlich Asken gebildet. Nach 48 Stunden sind nur vereinzelte Asken gebildet.
	3-4	o	
	5	o	
Amygdalin	0.1-2	III	
Salizin	0.1-2	III	
Arbutin	0.1-1	III	
Aesculin	0.05 (gesättigt)	III	

den ersten 24 Stunden in erster Linie von dem Kohlenstoff ab ; denn die im Kojiwasser aufgewachsenen Hefezellen besitzen einen grossen Stickstoff-Vorrat, der für die erst Zeit ausreicht.

Warum gestattet aber Maltose, die für diesen *Saccharomyces* einen grossen Nährwert besitzt und auch von ihm vergoren wird, selbst bei relativ höheren Konzentrationen innerhalb so kurzer Zeit wie 24 Stunden eine reichliche Sporenbildung ? Man könnte daran denken, dass die im Kojiabsud herangewachsenen Hefezellen im Gegensatz zu den in der Bierwürze gezüchteten sehr schwer Maltose vergären. (vgl. SAITO, [1], S. 24). Deshalb stellte ich mit den Hefezellen, welche in Bierwürze herangezogen sind, Versuche über den Einfluss von Maltose an ; trotzdem war das Resultat kein anderes als das gerade erwähnte. Der Grund für die schnelle Ausbildung der Sporen in Maltoselösungen liegt wahrscheinlich darin, dass diese Zuckerart sehr langsam in die Zellen dieser Hefeart eindringt, infolgedessen geraten diese beim Uebertragen auf die Gipsblöcken zeitweilig in einen schlechten Ernährungszustand und werden zur Sporenbildung veranlasst, so dass das nachfolgende Eindringen des Zuckers in das Zellinnere nicht mehr die durch Nahrungsmangel erweckte Reizwirkung hemmen kann. Wirklich konnte ich bei Uebertragung von den in Bierwürze gewachsenen Hefezellen in eine 2%ige Lösung von Dextrose, Saccharose und Maltose eine verschiedene Geschwindigkeit der sichtbaren Gasbildung in Gärungsröhren nachweisen ; bei den erstgenannten

beiden Zuckerarten trat die Gasblase binnen kurzer Zeit, sogar fast momentan, nach der Mischung mit den Hefezellen auf, und die Gärung ging stürmisch weiter, während bei dem letztgenannten Zucker eine bemerkbare Gasblase erst nach 3–4 Stunden beobachtet wurde. Hieraus ist also ersichtlich, wie Prior in betreff der Carlsberg Unterhefe Nr. 2 nachgewiesen hatte, dass das Diffusionsvermögen der Maltose das kleinste ist.

Was ist nun die Ursache des Unterbleibens der Sporenbildung bei niederer Konzentration von Dextrose? Eine solche Lösung Traubenzucker kann zunächst durch die Förderung des Wachstums die Sporenbildung verhindern. Dabei wirkt aber die Zuckervergärung mit, welche eine allzu starke Kohlensäureentwicklung kontinuierlich in den Hefezellen herbeischafft, wodurch die Sporenbildung gehemmt wird. Wie die obenstehende Tabelle XVI anzeigt, hemmen also leicht vergärbare und eben gut assimilierbare Zuckerarten, wie Dextrose, Laevulose, Mannose, Galaktose und Saccharose, in niederen Konzentrationen die Sporenbildung bei unserer Art. Allerdings hemmen andere Stoffwechselprodukte als Kohlensäure ebenso die Sporenbildung dieser Art; denn es wurde bei den Hefezellen auf den Gipsblöcken in einer vollständig vergorenen und von Kohlensäure befreite Lösung von 2%iger Dextrose eine viel schwächere Sporenbildung konstatiert als bei denjenigen in destilliertem Wasser.

In 2–5%igen Dextroslösungen tritt die Sporenbildung schliesslich nicht von selbst ein, wenn Nahrungsmangel auch in solchen Kulturen erfolgt. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich darin, dass der Nahrungsmangel stets allmählich eintritt, und die Gärwirkung lange andauert; infolgedessen geraten die Hefezellen langsam in einen schlechten Ernährungszustand, in welchem dann der Reiz des Nahrungsmangels in der Umgebung unwirksam bleibt. Wenn man daher die Hefezellen aus einer frischen Dextrosekultur in reines Wasser versetzt, so erfolgt wiederum lebhafte Sporenbildung. Nach 4 Tage langem Aufenthalte in Dextroslösungen, wo die Nahrungsabnahme langsam eintritt und die Gärungsprodukte angesammelt sind, sind die Hefezellen beim Wiedezurückbringen in reines Wasser nicht so befähigt, mit Sporenbildung zu reagieren. Gleiches gilt für Kulturen in günstigen Nährlösungen, wie Bier-

würze, Kojiabsud u.s.w. Wenn eine kleine Menge von jungen Hefezellen auf Gipsblöcke ausgesaet und dann das ganze mit den Nährlösungen bedeckt wird, bis eine dünne Flüssigkeitsschicht auf der Oberfläche der Gipsblöcke noch zurückbleibt, so tritt üppiges Wachstum und eine kräftige Gärung ein. Langsame Nahrungsabnahme und eine Ansammlung der Stoffwechselprodukte versetzen die Hefezellen schliesslich in einen so schlechten Ernährungszustand, dass sie nicht mehr Sporen zu bilden vermögen, wenn die Luftzufuhr auch von vornherein immer genügend ist.

Umgekehrt verhalten sich kräftige Hefezellen, die durch Uebergänge von reichlicher Ernährung zu kärglicher Nahrungszufuhr einmal zur Bildung von Sporen ausgelöst sind; diese Sporenbildung schreitet auch nach Rückübertragung in 2%igen Zuckerlösungen fort, wenn sie durch 3 Stunden langen Aufenthalt in destilliertem Wasser, d.h. Nahrungsentzug, einmal eingeleitet ist. Derartige Nachwirkungen machen sich nicht geltend bei den Zellen, die nur 1 Stunde in Wasser versetzt waren.

In Gegenwart von anderen Kohlenhydraten und Glykosiden, welche einen geringeren Nährwert besitzen, ist die Hefe imstande selbst in relativ konzentrierten Lösungen Sporen zu bilden. In Lösungen von Glyzerin und Mannit wird die Sporenbildung erst durch eine etwas höhere Konzentration verzögert.

Während Wittepepton und Aminosäuren beim gleichzeitigen Vorhandensein von Kohlenhydrat für diese *Saccharomyces*-Art sehr nahrhaft wirken, so dass die Sporenbildung lange Zeit nicht auftritt, erfolgt doch der letztere Lebensprozess selbst bei höheren Konzentrationen solcher Verbindungen, wenn sie den kräftigen Hefezellen als alleinige Nahrung dargeboten werden (siehe Tabelle XVII.). Die jungen Hefezellen aus Kojiabsudkultur besitzen einen gewissen Kohlenstoffvorrat, z. B. Glykogen, das aber nach Uebertragung auf Gipsblöcke in den Lösungen der obenerwähnten Substanzen nach kurzer Zeit verbraucht wird. Wegen der Nahrungsverminderung werden sie in einen Zustand übergeführt, wo die Fortpflanzung durch die Sporenbildung in der Zelle ausgelöst wird.

TABELLE XVII.

Substanz	Konzentration	Askenbildung	Bemerkungen
Phenylalanin	0.1-3 (gesättigt)	III	
Alanin	0.1-3	III	
Leucin	0.1-3 (gesättigt)	III	
Asparagin	0.1-3 (gesättigt)	III	
Glykokoll	3	III	
Asparaginsäure (neutralisiert mit Soda)	0.1-3	III	
Glutaminsäure („)	0.1-3	III	
Tyrosin	Gesättigt im Ueberschuss	III	
Wittepepton	0.1-3	III	
Harnstoff	0.1	II	
	0.5	I	
	1-5	o	Schliesslich keine Asken- bildung.
Azetamid	0.1	III	
	0.5	II	
	1	I	
	2	o	Nach 48 Stunden nur wenige Asken gebildet
	3-5	o	Ebenso in den nächsten Tagen.
Biuret	0.1-0.2	III	
	0.5-1	o	Nach 48 Stunden nur wenige Asken.
Guanidinkarbonat	0.1-2	o	
Aethylurethan	0.1-0.5	II	
	1-2	o	Ebenso in den nächsten Tagen.
Hippursaures Natrium	0.1-2	III	
Harnsaures Natrium	Gesättigt im Ueberschuss	III	
Allantoin	Gesättigt im Ueberschuss	III	

Bei anderen, in Tabelle XVII bezeichneten Verbindungen dürfen wir die Einwirkung auf die Fortpflanzung dieser Hefe nicht bloss ihrem Nährwert zuschreiben. Je nach den Substanzen müssen sie einzeln betrachtet werden. Wegen des geringeren Nähr-

wertes können Hippursaures Natrium, Harnsaures Natrium, Allantoin die Sporenbildung unseres *Saccharomyces* leicht gestatten. Dagegen tritt die Sporenbildung gar nicht ein, wenn Guanidinkarbonat, Aethylurethan, Azetamid und Biuret in verhältnismässig niederen Konzentrationen dargeboten werden. In solchen Fällen könnten die Substanzen direkt hemmend auf die Sporenbildung wirken.

Was den leicht durchlässigen Harnstoff anbetrifft, so liegt der Grund des Sterilbleibens von Hefezellen vielleicht darin, dass diese Verbindung zuerst in Ammoniak abgespalten wird, und die letztere Verbindung auf die Sporenbildung direkt hindernd einwirkt. Darauf will ich im folgenden nochmals zurückkommen.

Die geprüften organischen Säuren und ihre Salze (Tabelle XVIII) besitzen für *Saccharomyces mandshuricus* in der Mehrzahl, selbst im Vereine mit einer besonderen Stickstoffquelle, keinen oder nur geringen Nährwert. In verdünnten Lösungen der freien Säuren erfolgt Sporenbildung; in etwas konzentrierteren bleibt sie

TABELLE XVIII.

Substanz	Konzentration	Askenbildung	Bemerkunge
Weinsäure	0.1-0.5	I	
	1-2	o	Ebenso in den nächsten Tagen.
	5	o	Zellen abgestorben.
Zitronensäure	0.1	III	
	0.5	II	
	1-2	o	
	5	o	Zellen abgestorben.
Apfelsäure	0.1	III	
	0.5	I	
	1-2	o	
	5	o	Zellen abgestorben.
Bernsteinsäure	0.1-1	III	

TABELLE XVIII. (Fortsetzung.)

Substanz	Konzentration	Askenbildung	Bemerkungen
Bernsteinsäure	2	I	Nach zwei Tagen reichliche Asken.
	3-4	o	Zellen meistens geschrumpft, nach 2 Tagen wenige Asken.
Fumarsäure	0.1-0.5	III	
Maleinsäure	0.1-0.5	III	
Milchsäure	0.1-0.5	III	
	1	o-I	
Oxalsäure	0.1	III	
	0.5	o	Zellen plasmolysiert und meistens abgestorben.
	1	o	Zellen abgestorben.
Saures weinsaures Ammonium	0.1	I	
	0.5	o-I	} Nach 2 Tagen wenige Asken.
	1	o	
	2.5	o	Ebenso in den nächsten Tagen, Zellen vakuoliert.
Zitronensaures Kalium	0.1-0.5	III	
	1-2	I	
Essigsäures Natrium	0.1-1	III	
	2-4	o	Nach 48 Stunden reichliche Asken.
Bernsteinsaures Kalium	0.1-1	III	
	2-5	I	Nach 48 Stunden reichliche Asken.
Calciumlaktat	0.1-1	III	
Ammoniumoxalat	0.05	III	
	0.1	II	
	0.5	o-I	Nach 5 Tagen ziemlich reichliche Sporen.
	1	o-I	Ebenso in den nächsten Tagen.
Bernsteinsaures Ammonium	0.1	II	
	0.5-1	I	Nach 2 Tagen reichliche Asken.
	2-3	o	Nach 2 Tagen wenige Asken.
	1.0	II	
Kaliumoxalat	0.5-2	I	} Zellen vakuoliert. Nach 5 Tagen reichliche Asken.
	3-5	o	

aus, aber nicht infolge lebhaften Wachstums, sondern weil die Substanz schädlich wirkt. Weinsäure, Zitronensäure, Äpfelsäure töteten die Hefezellen bei einer Konzentration von 5%. Zwischen 0.5–1% liegt die obere Konzentrationsgrenze für die Sporenbildung. Besonders empfindlich ist die Hefe nach den Angaben der Tabelle gegenüber Oxalsäure, bei deren Konzentration von 0.5% die Zellen schon grossenteils absterben.

Bei Verwendung von Salzen der genannten Säuren nimmt die Zahl der in 24 Stunden gebildeten Askon mit steigender Konzentration ab. Es sei hier bemerkt, dass Ammoniumsalze einen ungünstigen Einfluss auf die Sporenbildung ausüben.

Wie Tabelle XIX zeigt, sind die anorganischen Verbindungen in ihrem Einfluss auf die Sporenbildung des *Saccharomyces mandshuricus* mannigfaltig. Bei dieser Versuchsreihe konnten wegen des Mangels an assimilierbarem Kohlenstoff nur die stickstoffhaltigen Verbindungen für das Wachstum bis zu einem gewissen Grade in Betracht kommen. Die Hefezellen mussten dabei mit dem in ihm enthaltenen Kohlenstoffvorrat auskommen. Von den geprüften stickstoffhaltigen Salzen erwiesen sich Ammoniumsalze in Form von Chlorid, Sulfat und Nitrat auch in diesem Falle als ungünstige Körper für die Sporenbildung. Primäres Ammoniumphosphat wirkt dagegen nicht so stark, und bei 1–5% wurde schon nach 2 Tagen eine grosse Menge Sporen wie bei 0.5% beobachtet. Warum aber Aminosäuren, die am wahrscheinlichsten von dieser Hefe zuerst desamidiert werden können, keine hemmende Wirkung auf die Sporenbildung ausüben, ist uns noch nicht geklärt (vergl. Tabelle XVII.). Doch ist es möglich, dass die Aminosäuren sehr langsam in die Zelle eindringen, und Ammoniakbildung zu spät vorkommt, um eine ungünstige Einwirkung auf die Sporenbildung auszuüben.

Bei Kalisalpeter, Natriumnitrat, Calciumnitrat, Kaliumchlorid, Natriumchlorid, Kaliumbromid, Kaliumjodid, Bariumchlorid, Dikaliumphosphat, Monokaliumphosphat, Dinatriumphosphat sollten die Versuche nur ergeben, bei welcher

TABELLE XIX.

Substanz	Konzentration	Askenbildung	Bemerkungen
Ammoniumchlorid	0.1	III	
	0.5	II	
	1	I	
	2	o	Nach 2 Tagen ziemlich reichliche Askenbildung.
	3	o	Nach 4 Tagen wenige Asken.
	4	o	Nach 4 Tagen nur vereinzelte Asken.
	5	o	Ebenso in den nächsten Tagen.
Ammoniumnitrat	0.1	III	
	0.5-1	II	
	2-3	o	Nach 4 Tagen wenige Asken.
	4-5	o	Nach 7 Tagen wenige Asken.
Ammoniumsulfat	0.1	III	
	0.5-2	I	
	3-5	o	Ebenso in den nächsten Tagen.
Primäres ammoniumphosphat	0.1-0.5	III	
	1-5	o	Nach 2 Tagen reichliche Askenbildung.
Monokaliumphosphat	0.1	III	
	0.5	II	
	1	I	
	2-5	o	Zellen geschrumpft und abgestorben.
Dikaliumphosphat	0.1	III	
	0.5	II	
	1-5	I	Am nächsten Tage reichliche Askenbildung.
Dinatriumphosphat	0.1	III	
	0.5	II	
	1-5	I	Nach 2 Tagen reichliche Askenbildung.
Kaliumnitrat	0.5	II ₁	
	1	II	
	2-5	o	Nach 2 Tagen reichliche Askenbildung.
	6-13	o	Nach 4 Tagen mehr oder weniger reichliche Askenbildung.

TABELLE XIX. (Fortsetzung.)

Substanz	Konzentration	Askenbildung	Bemerkungen
Kaliumnitrat	15-20	o	Zellen geschrumpft, schliesslich keine Sporen.
Natriumnitrat	0.1-0.5	III	
	1-2	I	
	3-5	o	Nach 2 Tagen reichliche Askenbildung.
	8-10	o	Nach 2 Tagen vereinzelte Asken.
	13	o	Zellen geschrumpft.
	15	o	Zellen plasmolysiert.
Calciumnitrat	0.1	III	
	0.5-2	II	
	3-4	o	Nach 2 Tagen reichliche Askenbildung.
Natriumchlorid	0.1	II	
	0.5-3	I	
	4	o	Nach 2 Tagen reichliche Askenbildung.
	5	o	Nach 4 Tagen vereinzelte Askenbildung.
	6-8	o	Zellen grossenteils plasmolysiert.
Kaliumchlorid	0.1-3	III	
	4	I-II	
	5-6		
	8-9	o	Nach 7 Tagen nur vereinzelte Askenbildung.
	10	o	Zellen geschrumpft.
Kaliumbromid	0.1-2	III	
	3	II	
	4-5	I	
Kaliumjodid	0.1-3	III	
	4-5	I	
Bariumchlorid	0.1-0.5	III	
	1	I	
	2-4	o	Nach 2 Tagen reichliche Askenbildung.
	5	o	Ebenso in den nächsten Tagen.
Calciumchlorid	0.1-0.5	I	

TABELLE XIX. (Fortsetzung.)

Substanz	Konzentration	Askenbildung	Bemerkungen
Calciumchlorid	1	o	Nach 2 Tagen reichliche Askenbildung.
	2-8	o	Nach 7 Tagen wenige Asken.
	10	o	Nach 7 Tagen wenige Asken.
	12-15	o	Zellen plasmolysiert.
Natriumkarbonat	0.1-2	III	
	3-5	o	Zellen geschrumpft.
Natriumbicarbonat	0.1-1	III	
	3-5	o	Zellen geschrumpft.
Kaliumcarbonat	0.1-3	III	
	4-5	o	Zellen geschrumpft.
Natronlauge	0.02	III	
	0.04-0.08	II	
	0.2	I	Nach 48 Stunden reichliche Asken.
	0.4	o	Zellen geschrumpft und abgestorben.
Schwefelsäure	0.05-0.25	III	
	0.5	o-I	Nach 2 Tagen Zellen geschrumpft.
	1-3	o	Zellen abgestorben.
Kupfersulfat	0.001	III	
	0.005-0.5	o	Zellen plasmolysiert und abgestorben.
Quecksilberchlorid	0.001	III	
	0.005-0.5	o	Zellen plasmolysiert und abgestorben.
Kobaltnitrat	0.001-0.01	III	
	0.05	II	
	0.1	I	
	0.5	o	Zellen vakuoliert.
Zinksulfat	0.001-0.05	III	
	0.1	I	
	0.5	o	Zellen vakuoliert.
Nickelsulfat	0.001-0.05	III	
	0.1	II	
	0.5	o	Ebenso in den nächsten Tagen.

Konzentration sie den Prozess der Sporenbildung hemmen. Wegen der osmotischen Wirksamkeit der genannten Salze auf die Hefezellen wird die Sporenbildung bei der Anwendung einer höheren Konzentration stark beeinträchtigt. Aber die Konzentration, bei der überhaupt die Sporenbildung gehemmt wird, liegt bei allen so geprüften Salzen relativ hoch. Dabei muss man auch die chemische Natur der Substanzen in Betracht ziehen. Denn die Sporen können noch z. B. bei 13% Kalisalpeter gebildet werden, während bei Natriumchlorid bereits in 6%iger Lösung die Zellen grossenteils plasmolysiert sind und keine Sporen mehr erzeugen. Von den Substanzen ohne Nährwert, aber mit besonderen chemischen Eigenschaften, wirken freie Säuren und Alkalien stark hemmend auf die Sporenbildung ein, so dass 1% Schwefelsäure und 0.4% Natronlauge nicht nur keine Sporen erzeugen lassen, sondern auch die Zellen gleich abtöten.

Metallgifte, die in besonderer Weise das Leben der Organismen beeinflussen, beeinträchtigen auch in sehr verdünnten Lösungen die Sporenbildung. Besonders stark hemmend wirken Kupfersulfat und Quecksilberchlorid, bei deren Vorhandensein in 0.005%iger Konzentration die Hefezellen vollständig getötet werden. Dagegen sind die Hefezellen gegen Kobaltnitrat, Zinksulfat, Nickelsulfat widerstandsfähig, und erst bei 0.5% wird die Sporenbildung unterdrückt.

Um zu prüfen, wie die Stickstoffverbindungen neben einer Kohlenstoffquelle sich gegen die Sporenbildung verhalten, stellte ich einige Versuche an, indem ich mit denselben eine Dextroselösung von 0.5% mischte, d. h. eine Lösung, die nicht genügend ist, um die Sporenbildung des *Saccharomyces mandshuricus* zu unterdrücken. Bei diesen Versuchen wandte ich die Stickstoffverbindungen in einer Verdünnung von 0.1% an, d. h. in einer solchen, bei der alle geprüften Körper für sich allein Sporenbildung gestatten. In der folgenden Tabelle XX sind die Resultate dieser Versuchsreihe angegeben.

TABELLE XX.

Die Stickstoffverbindung gemischt mit 0.5%iger Dextroselösung	Askenbildung	Bemerkungen
Wittepepton	o-I	Nach 48 Stunden viele Asken.
Alanin	o-I	Nach 72 Stunden vereinzelte Asken.
Asparagin	o	Nach 72 Stunden nur vereinzelte Asken.
Ammoniumsulfat	o	Nach 48 Stunden wenige Asken.
Saures ammonium Tartarat	o	Nach 48 Stunden wenige Asken.
Succinamid	I	Nach 48 Stunden reichliche Asken.
Oxamid	I	Nach 48 Stunden reichliche Asken.
Harnstoff	o	Nach 48 Stunden ziemlich reichliche Asken.
Kaliumnitrat	I	Nach 48 Stunden reichliche Asken.
Kontrolle ^(ohne N-Verbindung)	I	Nach 48 Stunden reichliche Asken.

Um die auf Gipsblöcke ausgesaeten Hefezellen stets in nächster Berührung mit dem Nährsubstrat zu halten, wurden sie nach je 24 Stunden mit einem Pinsel bestrichen. Wie diese Tabelle zeigt, verzögern die nahrhaften Stickstoffverbindungen im Vereine mit 0.5%iger Dextroselösung die Sporenbildung des *Saccharomyces*, während diejenigen mit geringerem Nährwert wie die Kontrolle eine mässig starke Sporenbildung hervorgebracht haben.

Obwohl die Sporenbildung durch Nahrungsentziehung ausgelöst werden kann, wird dieser Lebensprozess je nach dem vorangehenden Ernährungszustande stark beeinflusst. So weist bei vorangehender Ernährung mit verschiedenen Stickstoffquellen diese Hefe sehr verschiedene Anzahl sporentragender Zellen in gewöhnlichen Gipsblockkulturen auf. Nach meinem Versuche traten die Sporen sehr reichlich auf, wenn *Saccharomyces* in 10%iger Dextroselösung mit 0.5% Asparagin oder Harnstoff 72 Stunden lang vorher gezüchtet worden war, während mit Ammoniumsulfat, Alanin oder Wittepepton als Stickstoffquelle weniger Sporen erzeugt wurden.

III. Zusammenfassung und Allgemeines.

Die Hefen verhalten sich nach den vorstehenden Untersuchungen wie die anderen Pilze, insofern ihre Fortpflanzung in

notwendiger Abhängigkeit von Qualität und Quantität der chemischen Substanzen steht. Es ist aber sehr wesentlich zu beachten, dass die Gegenwart bestimmter chemischen Verbindungen je nach der spezifischen Natur der Gärungsorganismen unbedingt notwendig für die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane ist. Der Beweis dafür lässt sich am besten bei *Zygosaccharomyces mandshuricus* führen, dessen Zellen bei der Uebertragung aus einer nahrungsreichen Lösung in reines Wasser keine Sporen erzeugen können. Bei dieser Hefe richtet sich aber die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane nach der chemischen Qualität der dargebotenen Substanzen: Dextrose, Laevulose, Mannose, Galaktose, Sorbose, Rohrzucker, Raffinose, Mannit, Dulzit, Sorbit und Glyzerin sind als Erreger der Askenbildung zu bezeichnen. Je höher der Nährwert der eben genannten Substanzen für die Hefe ist, desto niedriger ist das Konzentrations-Minimum für die Auslösung der Askenbildung. So liegt z. B. das Konzentrations-Minimum für Dextrose, Laevulose und Mannose bei 0.125–0.25%, für Galaktose, Raffinose, Glyzerin bei 0.25–0.5%, für Sorbose und Dulzit bei 0.5–1%.

Da Rohrzucker und Raffinose von diesem *Zygosaccharomyces* hydrolysiert werden, so ist die Ursache der positiven Erfolge mit diesen Substanzen ohne Zweifel der entstandenen Hexose zuzuschreiben. Uebrigens entsprechen die oben genannten Hexite im geometrischen Bau der Moleküle denen der Hexosen, welche die Fortpflanzung auslösen.

Die entscheidende Bedeutung der oben genannten Kohlenhydrate und Alkohole liegt ohne Zweifel in der Notwendigkeit ihrer Gegenwart für die Askenbildung dieses *Zygosaccharomyces*, doch wissen wir nicht, durch welche Eigenschaften sie eine so eigentümliche Wirkung ausüben. Auch ein geringer Zusatz von Kaliphosphat und Wittepepton wirkt besonders günstig auf die sichere Entstehung der Fortpflanzungsorgane bei dieser Hefeart ein, und die Asken entstehen viel reichlicher, vorausgesetzt dass die Nahrungsstoffe durch den Stoffwechsel der Hefezellen in einer Weise verändert und für die Fortpflanzung geeignet gemacht werden.

Einige Nährböden wie Bierwürze, Kojiabsudgelatine u.s.w. veranlassen mit sehr viel grösserer Sicherheit die Sporenbildung in den Asken, als die Mischungen von Dextrose, Pepton und anorganischen Nährsalzen, obwohl diese Substrate jenen ersteren nicht nachstehen, was die erzeugten Asken betrifft. In letztgenannten Nährsubstraten tritt die Sporenbildung nur in wenigen Asken ein, indem die meisten nach der Entstehung bald absterben. An der chemischen Zusammensetzung der erstgenannten Nährböden müssen unstreitig noch andere Stoffe bei der sichere Entstehung der Fortpflanzungsorgane und ihrer Reife eine wichtige Rolle spielen.

Bei der Sporenbildung von *Schizosaccharomyces octosporus* ist auch eine Zufuhr von Kohlenhydrat oder Alkohol, wie Dextrose, Laevulose, Mannose, Maltose, Galaktose, Glyzerin, Mannit notwendig. In vorzüglichen Nährböden, z. B. Bierwürze, Kojiabsud etc. entwickeln sich die Hefezellen nach dem Kopulieren sicher und reichlich zu Asken.

Was den *Saccharomyces* anbetrifft, so wird die Askenbildung durch eine Nahrungsentziehung eingeleitet, wenn die Zellen vorher in guten Nährlösungen herangezogen sind und sich in einem richtigen Reizzstande befinden. Darum liegt der Grund der mannigfaltigen Beeinflussung der Sporenbildung durch verschiedene Substanzen wesentlich darin, dass sie je nach ihrer Qualität und Quantität die Hefezellen zeitweilig das vegetative Wachstum fortsetzen lassen. Je mehr eine Substanz für den *Saccharomyces* nahrhaft wirkt, desto niedriger ist die obere Konzentrationsgrenze, die dem Organismus die Sporenbildung gestattet. Damit stimmt die Beobachtung von TULLO (I) an *Saccharomyces ellipsoideus* II überein, welcher nur beim Vorhandensein schlecht assimilierbarer Kohlenhydrate reichliche Sporenbildung aufwies.

Einige Substanzen verzögern in spezifischer Weise die Fortpflanzung von Hefen. Zunächst kommen einige Ammoniumsalze in Betracht, die nach der spezifischen Natur der Organismen verschiedenen Nährwert besitzen. Die Hefezellen vermögen in Gegen-

wart von Ammoniumsalzen in einer gewissen Konzentration die Asken nicht mehr auszubilden, wenn die sonstigen Bedingungen für die Auslösung der Fortpflanzung auch günstig sind. Wenn die Hefe von Säureamiden und Aminosäuren Ammoniak abspaltet, so kommt ihnen oft dieselbe Wirkung zu.

Von einer gewissen Konzentration des Säure-oder Alkaligrades an in der Umgebung wird die Askenbildung der Hefezellen allmählich in steigendem Masse verzögert; so liegt die obere Konzentrationsgrenze für die Sporenbildung von *Saccharomyces mandshuricus* auf Gipsblöcken resp. Filterpapieren bei 0.5–1% Schwefelsäure, Aepfelsäure, Weinsäure und Zitronensäure und 0.2–0.4% Natronlauge. Auch einige Metallgifte beeinträchtigen schon in niederen Konzentrationen die Sporenbildung von *Saccharomyces mandshuricus*.

Von den physikalischen Eigenschaften verschiedener Substanzen spielt die osmotische Wirksamkeit eine wesentliche Rolle für das Konzentrations-Maximum, das für die Sporenbildung des Hefen wie auch für jede Lebenserscheinung existiert. Der Wert dieses Maximums hängt von der spezifischen Natur des Organismus und von den Eigenschaften der benutzten Substanzen ab. Für eine osmophile Art wie *Zygosaccharomyces mandshuricus* liegt das Konzentrations-Maximum für die Askenbildung hoch, indem sie im Nährboden mit 25% Kalisalpeter noch gut wachsen und massenhaft Asken erzeugen kann. Wenn man das Verhalten des *Saccharomyces mandshuricus* gegenüber anorganischen Salzen betrachtet, so ist es leicht verständlich, dass das Konzentrations-Maximum für die Sporenbildung ausser durch die osmotische Wirkung des Stoffes noch durch seine chemische Natur beeinflusst wird. So hemmen z. B. hoch konzentrierte Lösungen von Kalisalpeter die Sporenbildung weniger als isotonische Kochsalzlösungen.

Wenn man auch eine bestimmte Substanz verwendet, braucht das Konzentrations-Maximum für einen Pilz nicht konstant zu sein, weil, die Hefen, wie Schimmelpilze und Bakterien, sich an eine höhere Konzentration allmählich zu gewöhnen befähigt sind.

(CLERFYT, I). Dies ist jedoch die Aufgabe spezieller Untersuchungen, die genaueren Bestimmungen bei verschiedenen Hefen zu machen.

Obwohl im allgemeinen nahrhafte organische Stoffe in niedriger Konzentration als isotonische Lösung von anderen Stoffen mit geringem Nährwert die Fortpflanzung von *Saccharomyces mandshuricus* hemmen, spielt dennoch das Durchdringungsvermögen der zugeführten Substanzen eine wichtige Rolle. Ein ausgezeichnetes Beispiel ist Maltose bei dieser Art; wegen des langsamen Eindringens in die Zelle übt eine 5%ige Lösung von diesem Zucker noch keine Hemmung auf die Auslösung der Fortpflanzung in Gipsblockkultur aus, während die gleicherweise nahrhafte, aber leicht intrameable Dextrose bereits in niederen Konzentrationen die Sporenbildung unterdrückt.

Solange frische Nahrungsstoffe zur Verfügung stehen, bilden *Saccharomyces mandshuricus* und *Zygosaccharomyces mandshuricus* keine Fortpflanzungsorgane. Die wohl genährten Zellen werden durch Nahrungsänderung in der Umgebung zur Entwicklung der Askien ausgelöst. Die Versuche HANSEN's über die Sporenbildung von Saccharomyceten, die sowohl an den Rändern der Vegetation als auch in der Mitte der dicken Nährgelatine auftritt, beweisen nicht, wie KLEBS (V, S. 461) mit Recht hervorgehoben hat, dass die Sporenbildung bei fast unveränderter Nahrung herbeigeführt ist. Selbst die peripher gelegenen Zellen können sehr wohl irgendeine Nahrungsverminderung erfahren, bevor aus der Nachbarschaft des Nährbodens frische Nahrung zugeführt werden kann, weil verschiedene Substanzen in der Diffusionsgeschwindigkeit mannigfaltig sind, und dadurch das Nahrungsgleichgewicht immer gestört werden kann. Das kräftige Wachstum und die Sporenbildung an den Strichlinien, die von alten Strichrändern mit einem Platindraht wie Rädien ausgezogen sind, beweisen auch nicht, dass keine Nahrungsänderung in der Umgebung eingetreten sei. Denn jede Hefe kann sich in einem Nährboden mit geringem Nährstoff noch gut entwickeln, und

die Fortpflanzungsorgane können dann gebildet werden, wenn die gewachsenen Zellen in richtigem Reizzustande sich befinden. Dies zeigen uns auch die Kulturversuche mit GORODKOWA'schem Nähragar, dem gewöhnlich nur 0.25% Dextrose zugesetzt wird ; dabei erhält man an der ganzen Strichlinie ein üppiges Wachstum und zahlreiche Sporentragende Zellen. Auf Grund dieser Betrachtungen behaupte ich, dass, wenn alle anderen Bedingungen durchaus günstig sind, die Fortpflanzung von Saccharomyceten durch eine gewisse Nahrungsänderung in der Umgebung ausgelöst wird. Allerdings befördert je nach der spezifischen Natur der Organismen eine gänzliche oder teilweise Nahrungsentziehung die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane.

Trotzdem ist *Schizosaccharomyces octosporus* eine Ausnahme von der Regel, dass die Fortpflanzung durch quantitative Veränderung der allgemeinen Bedingungen hervorgebracht wird. In fast unveränderten Nährböden bildet diese Art reichliche Sporen, wenn die anderen Bedingungen wie Sauerstoffzufuhr, Temperatur günstig sind. Die Ansicht von KLEBS (IV), dass die an dem Agarstrich massenhaft entwickelten Hefezellen infolge des Nahrungsmangels zur Sporenbildung gezwungen werden, ist wenigstens bei *Schizosaccharomyces octosporus* nicht stichhaltig.

Auch im Falle, wo die Sporenbildung durch Nahrungsmangel ausgelöst wird, sind wir voll berechtigt, von den inneren Bedingungen zu reden, da immer nur von einer selbsttätigen, inneren physiologischen Bedingung der Nahrungsentzug in besagter Weise zu direktiven Zwecken nutzbar gemacht wird. Selbst kräftig genährte Hefezellen reagieren nicht gleich auf die Nahrungsänderung, nur die in richtigem Reizzustande befindlichen Zellen wandeln sich zu Asken um. Wenn die Zellen einmal zum Prozess der genannten Fortpflanzung ausgelöst worden sind, können sie nach einiger Zeit nicht mehr zur vegetativen Vermehrung zurückkehren, wenn man dem Substrat frische Nahrungsstoffe zusetzt. Daraus geht hervor, dass bei der Entwicklung der Fortpflanzungsorgane eine tiefgreifende Umänderung in den inneren Bedingungen der Hefezellen geschaffen wird.

Von den Sporen des Saccharomyces, welche KLEBS mit denen der Bakterien als einfache Karposporen betrachtet hat, und die in

den Zellen paulosporenartig entstehen, unterscheiden sich also diejenigen von *Schizosaccharomyces octosporus* und einigen *Zygosaccharomyces*-Arten, die wie echte Karposporen nach vorangehender Verschmelzung zweier vegetativen Hefezellen gebildet werden, dadurch, dass die letzteren unter verwickelteren chemischen Bedingungen in der Umgebung entstehen als die erstgenannten. Ich meine aber nicht, dass der Prozess im Protoplasma selbst mit der Komplikation der äusseren Bedingungen parallel verläuft.

Wir konnten bislang nur bei relativ wenigen Hefen die Sporenbildung finden, welche für die systematische Bearbeitung der betreffenden Pilzgruppe unbedingt notwendig ist. Es sind einige Möglichkeiten denkbar, die das Fehlen der genannten Fortpflanzungsorgane erklären lassen.

Aus einigen Hefearten entstehen durch Umbildung (HANSEN, II) oder durch Mutation (BEIJERINCK, I) konstant asporogene Rasen. Falls die Asporogenität aber nur eine flüchtige Variation von ursprünglichen Typen ist, so kann die sporenbildende Tätigkeit durch geeignete Behandlung leicht wieder erweckt werden (HANSEN, II). Vielleicht ist eine Anzahl asporogener Hefen teils in dieser Weise aus sporogenen Stammformen entstanden.

LINDNER (I) bemerkt in seinem Referat der KLÖCKER'schen Arbeit über *Apiulatus*-Formen, dass der Grund der Asporogenität von *Pseudosaccharomyces* in ähnlichen Umständen wie bei manchen Zygomyceten liegt: es müssen also beide Geschlechter gleichzeitig zur Aussaat kommen, wenn Sporen sich bilden sollen. Er vermutet, dass die geschlechtlichen Tendenzen nur in den natürlich vorkommenden Vegetationen und nicht in Einzellkulturen zu beobachten wären. Wenn diese Vermutung einmal bewiesen wäre, so müsste man an den Hefen monözioese und diözioese Arten unterscheiden (vgl. auch EULER und LINDNER, [I], S. 26). Bislang liegt jedoch kein Beweis für das Zutreffende dieser Ansicht vor.

Schliesslich kommt noch eine dritte Vermutung, nach welcher Hefezellen, die keine Sporenbildung aufweisen, nicht unter den richtigen Bedingungen stehen. Da die Hefen sich bei der Sporen-

bildung, wie ich oben bei einigen Arten nachgewiesen hatte, gegen äussere Bedingungen verschiedenartig verhalten, indem einige durch teilweisen oder gänzlichen Nahrungsentzug am sichersten zur genannten Fortpflanzung fortschreiten, und andere selbst beim Vorhandensein des Nährstoffes Sporen bilden können, so scheint die Annahme auch nicht ohne Grund zu sein, dass beim richtigen Zustandekommen der äusseren und inneren Bedingungen die Hefezellen zur Sporenbildung ausgelöst werden. Dem entspricht z. B. die Tatsache, dass nach KLÖCKER (I) *Saccharomyces Marxianus* bei vorangehender Züchtung in einer dextrosehaltigen Nährlösung viel mehr Sporen auf Gipsblöcken erzeugt als bei der Verwendung gewöhnlicher Bierwürze. Im Einklang mit dieser Tatsache steht meine Beobachtung über *Saccharomyces mandshuricus*, der je nach verschiedener Stickstoffernährung eine sehr verschiedene Anzahl sporentragender Zellen auf gewöhnlichen Gipsblöcken aufweist.

Diese einfachen Beispiele deuten schon die Notwendigkeit eines richtigen Reizzustandes für die Auslösung der Fortpflanzung bei den Hefezellen an. Wir dürfen also mit Recht annehmen, dass auch Tausende von äusseren und inneren Faktoren, je nach der spezifischen Natur des Organismus, als bewegende und auslösende Kräfte für die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane eingreifen, weil die Lebensvorgänge mit einem komplizierten Mechanismus zu vergleichen sind.

April, 1916.

Centrale Untersuchungsanstalt,
Südmandschurische Eisen-
bahngesellschaft,
Dairen, Mandschurei.

Literatur-Verzeichnis.

- Bachmann, J.**, (I), Einfluss der äusseren Bedingungen auf die Sporenbildung von *Thamnidium elegans*. Bot. Ztg., 1895.
- Barker, B. T. A.**, (I), On Spore-formation among the Saccharomycetes. Journ. Inst. Brewing, Vol. VIII., 1902. Ref. in Centralbl. f. Bakt., Abt. II, Bd. X, S. 469, 1902.
- Beijerinck, M. W.**, (I), Mutation bei Mikroben. Folia Microbiologica, I, 1912.
- Benecke, W.**, (I), Bau und Leben der Bakterien. 1912.
- Blakeslee, A. F.**, (I), Sexual Reproduction in the Mucorineae. Proc. Americ. Acad. Arts and Science, Vol. XL, No. 4, 1904.
- Buchner, H.**, (I), Ueber die Ursache der Sporenbildung bei Milzbrandbacillen. Centralbl. f. Bakt., Bd. VIII, 1890.
- Clerfeyt, Ch.**, (I), Versuche über die erbliche Anpassung von Hefen an konzentrierte Salzlösungen. Zitiert nach KOCH'S Jahresbericht, 1901.
- Dauphin, J.**, (I), Contribution à l'étude des Mortierelles. Ann. Sci. Nat. Bot., IX, 8:1-112, 1908.
- Dombrowski, W.**, (I), Die Hefen in Milch und Milchprodukten. Centralbl. f. Bakt., Abt. II, Bd. 28, S. 345.
- Ehrlich, F.**, (I), Ueber die Entstehung des Fuselöls. Zeitschr. d. Vereins d. Deutsch. Zuckerindustrie, Bd. 55, S. 539, 1905.
- (II), Ueber die Entstehung der Bernsteinsäure bei der alkoholischen Gärung. Biochem. Zeitsch., 18, 1909, S. 391.
- Euler, H. und Lindner, P.**, (I), Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung, 1915.
- Falck, R.**, (I), Die Bedingungen und die Bedeutung der Zygotenbildung bei *Sporodinia grandis*. COHN'S Beiträge z. Biologie d. Pflanzen, 1902, Bd. 8, S. 213.
- Haberlandt, G.**, (I), Zur Kenntnis der Konjugation bei *Spirogyra*. Sitzb. d. Wiener Akad., Bd. 99, 1890.
- Hansen, Emil Ch.**, (I), Neue Untersuchungen über die Sporenbildung bei den Saccharomyceten. Centralbl. f. Bakt., Bd. VI., 1899, S.
- , (II), Ueber die Variation bei den Saccharomyceten, 1900, Gesammelte Abhandlungen, S. 319.
- (III), Eine vergleichende Untersuchung über die Bedingungen des vegetativen Wachstums und der Entwicklung der Fortpflanzungsorgane bei den Alkoholgärungspilzen. 1902, Ebenda, S. 352.
- Horn, L.**, (I), Experimentelle Entwicklungsänderungen bei *Achlya polyandra* De Bary. 1904, Inaugural-Dissertation, Halle.
- Kauffmann, G. H.**, (I), A Contribution to the Physiology of the Saprolegniaceae. Ann. of Botany, Vol. XXII, 1908, S. 361.
- Klebs, G.**, (I), Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, 1896.

- Klebs, G.**, (II), Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze, I, *Sporodinia grandis*. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXII, 1898.
- (III), Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze, II, *Saprolegnia mixta*. Ebenda, Bd. XXXIII, 1899.
- (IV), Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze, III, Allgemeine Betrachtungen. Ebenda, Bd. XXXV, 1900.
- (V), Ueber Probleme der Entwicklung. Biolog. Centralbl., Bd. 24, 1914, S. 461.
- Klöcker, Alb.**, (I), Gärungsorganismen. Zweite Auflage, 1906.
- Kossowicz, Alex.**, (I), Untersuchungen über das Verhalten der Hefen in mineralischen Nährlösungen. Zeitsch. f. d. landw. Versuchswesen Oesterreichs, 1903, Bd. 6, S. 27. Zitiert nach LAFAR, Handbuch d. techn. Mykologie, Bd. I, S. 347.
- Kruse, W.**, (I), Allgemeine Mikrobiologie. 1910.
- Lafar, F.**, (I), Handbuch d. technischen Mykologie.
- Leininger, H.**, (I), Zur Morphologie u. Physiologie der Fortpflanzung von *Pestalotzia palmarum*. Centralbl. f. Bakt., Abt. II, Bd. 29, S. 3.
- Lindner, P.**, (I), Mikroskopische Betriebskontrolle in den Gärungsgewerben. Fünfte Auflage, 1910.
- (II), Bemerkung zur Arbeit KLÖCKER'S: Beschreibung von *Saccharomyces apiculatus*-Formen. Wochensch. f. Brauerei, 1913, Jg. 30., Nr. 14, S. 220.
- u. **Saito, K.**, (I), Assimilierbarkeit verschiedener Kohlenhydrate durch verschiedene Hefen. Wochensch. f. Brauerei, Jahrg. 27, Nr. 41, 1910.
- Matzuschita, T.**, (I), Zur Physiologie der Bacillen, nebst Bemerkungen zum Wachstum einiger Anaeroben. 1912. Inaug.-Dissert., Halle.
- Migula, W.**, (I), System der Bakterien, Bd. I, 1897.
- Namyslowski, B.**, (I), Studien über Mukorineen. Bulletin international de l'académie des sciences de Cracovie, Série B, No. 6 B, S. 477, 1910.
- Obel, P.**, (I), Researches on the Conditions of the Forming of Oogonia in *Achlya*. Ann. Mycologici, Vol. 8, Nr. 4, 1912, S. 421.
- Osterwalder, A.**, (I), Beiträge zur Morphologie einiger Saccharomyceten etc., Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1903. Ref. in Centralbl. f. Bakt., Abt. II, 1904, Bd., 12, S. 486.
- Pfeffer, W.**, (I), Pflanzenphysiologie, Bd. II, 1904.
- Pringsheim, H.**, (I), Ueber Stickstoffernährung der Hefe. Biochem. Zeitschr., Bd. III, 1907, Heft 2-4.
- Raciborski, M.**, (I), Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf die Wachstumsweise von *Basidiobolus*. Flora, 1896, S. 107.
- Saito, K.**, (I), Mikrobiologische Studien über die Bereitung des mandschurischen Brantweins. Report of the Central Laboratory, South Manchuria Railway Co., No. I, 1914.
- Sartory, A.**, (I), Sporulation d'une levure sous l'influence d'une bacterie. Compt. Rend. Soc. biol., Paris, T. 22, 1912, S. 558. Ref. in Centralbl. f. Bakt., Abt. II, Bd., 37, 1913, S. 286.

- Schreiber, O.**, (I), Ueber die physiologischen Bedingungen der Sporenbildung bei *Bacillus anthracis*, *subtilis* und *tumescens*. Inaug.-Dissert., Basel, 1896.
- Selter, (I)**, Ueber Sporenbildung bei Milzbrand u. anderen sporenbildenden Bakterien. Centralbl. f. Bakt., 1904, Bd. 37, S. 186.
- Takahashi, T. and Yukawa, M.**, (I), On the Budding Fungi of Shoyu-Moromi and Shojū-Koji. Journ. Coll. Agric., Tokyo, vol. V., No. 3, 1915.
- Tullo, T. W.**, (I), Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Zuckerlösungen auf die Tötungstemperatur bei verschiedenen Hefearten. Wochens. f. Brauerei, 1905, Nr. 14, XXII, S. 199.
- Werner, C.**, (I), Die Bedingungen der Konidienbildung bei einigen Pilzen. Inaug.-Dissert., Basel, 1898.
- Wisniewski, P.**, (I), Einfluss der äusseren Bedingungen auf die Fruchtform bei *Zygorhynchus Moelleri* Vuill. Bulletin international de l'académie des sciences de Cracovie, 1908, No. 7, S. 656.

Two New Trematodes of the Family Gyrodactylidæ.

By

Seitaro GOTO,

Professor in the Science College, Imp. Univ., Tokyo,

and

Hajime KIKUCHI,

Teacher in the Kawagoe Middle School, Saitama Ken.

With two plates.

1. *Dactylogyrus inversus*, n. sp.

This new species of *Dactylogyrus* is quite common on the gills of one of our most widely distributed food fishes, *Lateolabrax japonicus* (Cuv. & Val.), and may be collected all the year round. Two or three worms are usually found attached close together to the same gill. Their movements are quick and active and consist of alternate contractions and elongations of the body, at the same time feeling about in various directions with their anterior ends; but they mostly keep themselves attached to one spot by their caudal disk, although they are able to execute leech-like locomotion. Full grown worms are 2.5 mm. long and 0.6–0.7 mm. wide. As a rule smaller worms are found on smaller hosts. The worms die rather soon when detached from the host; we have been able to keep them alive in physiological salt solution only for a single day; it was in autumn.

The body is colourless except for the vitellarium, which is faintly yellow and shows through very well; it is spatulate in form, being broadest at the middle and well rounded both in front and behind when contracted moderately, but is comparatively

thick, especially in its hinder one-third, where it is nearly cylindrical in form. We may distinguish three portions of it, the anterior, the middle and the posterior, or caudal. The middle portion contains the vitellarium, while the anterior and posterior portions are free of it and are exceedingly contractile in life. The anterior end of the body is more or less 4-lobed, and these lobes can be protruded in the form of as many papillæ or tentacle-like processes, at the top of which open the dermal glands to be described later. The hind end of the body is simply rounded off and the caudal disk is not well defined from the surrounding parts; in fact we have seen it well delimited only once in the fairly numerous cases that have come under our observations, when it was somewhat reniform with the hilus turned backward. The caudal disk bears a pair of more or less centrally placed hooks with a connective, and seven marginal pairs, which are larger than the former, a condition which appears to obtain in none of the species of *Dactylogyrus* described so far. The central hooks are represented in fig. 3, a; each consists of a comparatively stout, bifid body and a curved, sharply pointed claw, the one passing into the other without any sharp demarcation; the hoop is situated at the boundary of the two portions and is crescentic in shape. The transverse connective is just perceptibly curved and thickened at both ends. A strong retractor muscle is attached to each bifid end of the central hooks and a number of much smaller muscles to the connective, as shown in the figure. The marginal hooks, all of the same size and form, are lightly curved and consists each of a comparatively thick, club-shaped body and a small claw distinctly set off from the former (fig. 3, b); the body is hollow and is filled by a substance which stains well with haematoxylin. To each marginal hook are attached some protractor and retractor muscles. The marginal hooks are arranged on the caudal disk in such a way that one of the pairs occupy nearly the centre of the disk, a second closely in front of the former, while the rest are almost uniformly distributed along the margin, so far as it is not occupied by the central hooks and the two pairs of marginal hooks mentioned first. The length of the central hooks is 24–31 μ ,

that of the connective 23μ , that of the marginal hooks $42-72\mu$, irrespective of the size difference of the individual worms. WEGENER's ventral unpaired piece is absent in this species. The normal position of the central hooks appears to be such that their sharp points are directed dorsally, as is stated also to be the case in the species studied by WEGENER [p. 221].

Of the dermal glands, two pairs open at the front end of the body and two on the caudal disk. Of the two pairs of the anterior or *cephalic glands*, the *inner* consist each of two or more very large cells near the median line of the body, more on the dorsal side; the comparatively long ducts open at the top of the inner pair of the papilliform processes already mentioned, close to the median line and on the ventral side. The ducts of these unicellular glands are sometimes empty, but at other times they contain a finely granular secretion similar to but usually less well stained than that of the outer glands to be directly described. These inner pair of glands lie as a whole in front of the pharynx, and the cells lie so close together in the median line of the body that the ducts alone are separated to form a pair (fig. 1). The cells of the *outer cephalic glands* are situated in two groups on the ventral side, embedded in the parenchyma close to the dermal muscular system on either side of the posterior part of the pharynx, wedged in between the front end of the vitellarium and the pharynx and salivary glands. The cells are naturally of various sizes according to the stages of their secretory activity, but they are very large, measuring in cross sections of the body 19μ or more in diameter when the cytoplasm is completely filled with a finely granular secretion, and they are then more or less pyriform; but the smaller cells are more or less polygonal owing to mutual pressure. In double staining with haematoxylin and orange, the secretion takes up only the latter, and therefore the larger cells are all stained yellow, while the smaller ones are more or less blue stained according to the stage of their secretory activity. The number of the gland cells in each group is about one dozen. Their nuclei are vesicular and have but little affinity for haematoxylin; sometimes the chromatin forms a single conspicuous

mass at the centre. These gland cells give rise on each side of the body to about five ducts, which are very large and conspicuous, so that they can be easily observed both in life and total preparations. Of the five ducts, four usually enter the outer papilliform process already mentioned and one the inner, and open at the apices of the respective processes on the ventral side.

The posterior dermal glands again consist of two groups, an anterior and a posterior, the latter confined to the caudal portion of the body, the former between it and the testis. For the sake of description we shall call the posterior group *caudal glands* and the anterior *post-testicular*. That these two groups are different in character is certain from the difference in their staining reactions, the post-testicular glands staining well with borax carmin for example, while the caudal glands remain entirely unstained. The cells of the latter are besides much larger than those of the former which have attained their full size.

The *post-testicular* gland cells are quite numerous and lie mostly in three groups, one directly behind the testis, in the triangular space enclosed between it and the intestinal loop, the other two on the outside of the intestinal loop and between the lobes of the vitellarium, the two groups however mingling with each other across the median line. The cells are of various sizes according to the amount of secretion contained in them, and of various forms owing to mutual pressure and that of the surrounding organs; smaller ones may measure 17μ or less in diameter, larger ones 41μ or more. In the smallest ones which can be unmistakably recognized as gland cells, measuring some 7μ in diameter, the cytoplasm is very compact and finely granular and stains so deeply with both haematoxylin and borax carmin that the nucleus can hardly be distinguished as a relatively large vesicle containing more or less chromatin granules. As the cells grow larger, i. e. as the secretory activity progresses, the contents of the cells become coarsely granulated and vacuolated, and in the largest cells the contents present the appearance of a well stained, spongy mass (fig. 1, 4); the nucleus is large, oval and vesicular and contains a relatively large chromatin nucleolus. The

approximate number of these gland cells appears to be about thirty. The wide ducts begin one on either side of the body directly behind the intestinal loop, and proceeding backward first on the ventral side of the caudal glands and more posteriorly side by side with and on the outer side of the ducts of the latter, open on the caudal disk; they are of nearly uniform width throughout their course and much smaller than the ducts of the caudal glands.

The *caudal gland* cells form a large mass in the anterior half of the caudal portion and are very conspicuous under the microscope even in life and total preparations (fig. 1). The cells are of gigantic size when at the height of their secretory activity and do not show so much inequality in size as the post-testicular glands; one of them measured in cross section 96μ in diameter and four of them occupied nearly the entire breadth of the body at this part. The contents of these glands are coarsely granular and have no or almost no affinity for haematoxylin or carmin, but take up orange well, and this peculiarity puts them in sharp contrast to the post-testicular glands (fig. 5). The nuclei are small (12μ) relatively to the large size of the cells, vesicular and contain each a comparatively large, spherical chromatin mass. The approximate number of these gland cells may be given as thirty. The ducts, which may be two or three times as wide as those of the post-testicular glands, arise one on either side of the median line and open on the caudal disk by means of numerous canalicules traversing the cuticle. In the intervals of their activities these gland cells are much smaller, 24μ , and the coarsely granular and vacuolated cytoplasm stains well with haematoxylin.

The *cuticle* is quite thick in comparison to the small size of the body. Generally speaking, it is thicker in the hinder than in the front part of the body and on the dorsal than on the ventral side. On the dorsal side just behind the pharynx, it is only 5μ thick or less, while near the caudal disk it is nearly three times as thick or thicker. The cuticle shows numerous fine transverse striations which are especially conspicuous in the caudal region.

The *dermal musculature* is well developed and consists of the typical three layers of the circular, diagonal and longitudinal

fibres. According to WEGENER the diagonal fibres are absent in all of the sixteen species of *Dactylogyrus* studied by him; the present species seems to be an exception to the rule. The *circular fibres* are exceedingly fine and are seen in longitudinal sections of the worm as small dots lying in close contact with the basement membrane of the cuticle. They appear to be better developed in the middle part of the body in the region of the post-testicular glands, where the fibres are thicker and more numerous. Around the mouth the circular fibres are especially well developed and form a sphincter. The *diagonal fibres* lie closely internal to the circular and are thicker. The *longitudinal fibres* are best developed in the caudal portion and are individually the thickest ones. They lie internally to the diagonal fibres and are mostly separated from them by intervening connective tissue. They are better developed on the ventral than on the dorsal side, and in the greater part of the body run either singly or in bundles of a few fibres each. In the caudal region the fibres are especially thick. In some parts the longitudinal fibres are arranged in two layers, an outer of isolated fibres and an inner consisting of bundles of a few fibres each. *Dorsoventral* muscle fibres are fairly numerous in some regions.

As forming part of the system of longitudinal muscle fibres must be regarded the retractor muscles of the pharynx and the caudal disk. On the ventral side of the caudal region two or three pairs of strong muscular bundles are very conspicuous in cross sections of the body, lying more internally and separately from the superficial fibres which form a practically continuous layer. Shortly before the caudal disk these bundles subdivide and are inserted to the hooks and cuticle. There are similar bundles also on the dorsal side, but they are not so strong as those of the ventral. A pair of fairly strong bundles of longitudinal fibres run on either side of the median line in the middle part of the body; posteriorly they become merged with the bundles of the caudal region above mentioned, and anteriorly are attached to the pharynx.

The *mouth* is a small subcircular aperture on the ventral side

at some distance from the front end of the body and leads into a rather spacious mouth cavity into which the pharynx protrudes, and which consists of two portions, a short tubular portion continued inwards from the mouth and lined by a cuticle similar to that of the body surface and a posterior expanded portion lined by a very thin structureless membrane. The mouth cavity extends further backwards on the ventral side of the pharynx than on the dorsal. As above mentioned the mouth is provided with a sphincter and in life is seen to close and open rapidly. The *pharynx* is an ellipsoidal muscular organ with a thick wall and a narrow lumen lined by a refringent structureless membrane of some thickness, and triradiate in cross section. There are on the front margin of the pharynx six papillæ, on which the pharyngeal glands open. These are large cells occupying the interspaces of the muscular fibres of the pharyngeal wall, with coarsely granular contents, which stain deeply with haematoxylin, floating in a hyaline medium; the nuclei are vesicular and usually contain a conspicuous chromatin mass. The musculature of the pharynx is very well developed and consists almost entirely of radial fibres. The circular fibres appear to be very weakly developed immediately inside the outer limiting membrane of the pharynx as well as around the anterior part of the lumen. Fine isolated meridional fibres are also present here and there. In sagittal sections of the worm the ventral wall of the pharynx is much thicker than the dorsal. The interspaces left by the tissues above mentioned are filled by very delicate reticulated connective tissue.

The pharynx is followed by a very short *oesophagus* lined by an epithelium exactly similar to that of the intestine; into it open the unicellular salivary glands, which are situated in two groups, one on either side of the body about midway between the dorsal and ventral sides and dorsally to the outer pair of cephalic glands mentioned before. The cells are large and contain a coarsely granular substance staining well with haematoxylin but not with orange and therefore conspicuously different from the cephalic glands in sections; the nuclei are vesicular and mostly contain a chromatin mass. The ducts are comparatively long but distinctly

observable only when they are filled with secretion. The cells are more or less pyriform and may measure 24μ by 12μ , or more. The two *intestinal cœca* proceed on either side of the body further backwards than the testis and then unite, and from this point a very short median cœcum projects backwards. In the region of the vagina the right cœcum is often reduced to a small tube in sharp contrast to that of the other side. The intestinal cœca are uniformly lined with cells which are all of one sort and cubical or cylindrical, with distinct membrane around each but with a naked free surface; the small vesicular nuclei are mostly situated near the base of the cells and contain each a well stained dot-like chromatin mass; the cytoplasm is more or less granular and vacuolated and has but little affinity for haematoxylin.

The nervous system presents nothing peculiar. The *brain* lies just in front of the pharynx on the dorsal side of the body and gives out nerves both anteriorly and posteriorly. Two pairs of nerves are distributed to the anterior end of the body, one just outside the inner pair of cephalic glands and the other more laterally. Two pairs are also given out posteriorly, the large ventral nerves arising from the posterolateral corner of the brain and proceeding backwards on the ventral side just inside the dermal musculature, along the inner border of the vitellarium, and the smaller ventrolateral nerves arising from the brain together with the former and running along the ventrolateral region of the body. In the brain are embedded two pairs of *eyes*, arranged in the four corners of a regular trapezoid, of which the posterior side is the longest; the anterior pair is notably smaller, and each eye consists of a pigment cup and a lenticular body contained in it.

The main vessels of the *excretory system* present an arrangement that is generally characteristic of the *Heterocotylea*. The excretory openings lie in a pair on either side on the dorsolateral border of the body, about midway between the pharynx and the paired yolk ducts. The terminal vessel is comparatively large and proceeds inwards and slightly backwards to the inner side of the intestinal cœca, where it divides into

two smaller vessels, one proceeding forwards, the other backwards. The posterior vessel winds along the internal border of the intestinal cœcum on to the caudal portion of the body into the region of the caudal glands, where it turns forwards and closely follows its former course. The anterior vessel proceeds to the region of the brain, where it is resolved into finer vessels. Branches are given out from various parts of the main vessel, and the main vessels of the two sides of the body are connected by a short commissure at their posterior ends, where they turn upon their former course. In cross sections of the body the main vessels are seen to run for the most part on the dorsal side of the ventral nerves.

The single *testis* is a large, dorsoventrally flattened, irregularly globular organ situated between the intestinal cœca at the middle of the body, and consisting of sperm mother cells and spermatozoa in all stages of development, surrounded by a dense layer of connective tissue. From its anterior end starts in the median line a single *vas deferens*, which proceeds forwards and obliquely to the left and in close contact with the ovary; at about the anterior end of the latter it comes to lie between the vitellarium and the left intestinal cœcum, which it embraces on the outer side and then comes to lie on its ventral side between it and the vitellarium, still continuing its forward course; then it again turns towards the dorsal side and slightly backwards and after forming an expanded *ejaculatory duct* richly provided with circular muscle fibres, suddenly turns forwards again and opens at the base of the *chitinous penis* (fig. 1, 2, 6). The latter is a hollow tube with a lightly sigmoidal curvature and with a funnel-shaped expansion at the base and an acorn-shaped one at the distal end, the whole enclosed in a deep invagination of the genital atrium, from which it can be protruded by the protractor muscles, which are apparently specialisations of the dorsoventral fibres of the body and consist of two bundles arising from the ventral cuticle and attached to the expanded base of the penis. A rather strong retractor muscle arises from the dorsal cuticle and is attached to near the base of the penis opposite to the protractor muscles.

The penis is accompanied by a solid sigmoidal supporting chitinous rod of about the same length, lying roughly parallel to it. In three of the five specimens measured for the purpose, the length of the penis was 96μ , while in the other two it was respectively 103μ and 84μ , the curvature not taken into account; that of the supporting rod is only slightly less. The basal end of the penis is set on a globular mass of compact connective tissue, surrounded on all sides by very loose fibrous tissue.

Together with the vas deferens open at the base of the penis two accessory (*prostate*) glands, which may be distinguished as the anterior and posterior. The *anterior prostate glands* are unicellular and very extensive; the cells occupy the dorsal side of the body immediately under the dermal musculature and lie between the salivary glands and the genital opening or may extend a little further backwards; they are more or less pyriform and may measure 25μ by 31μ , or less according to the stages of their secretory activity (fig. 1, 6, 8). The cell contents are coarsely granular and stain fairly well with haematoxylin and orange; the nuclei are small and vesicular and mostly contain each a single chromatin mass. Each of these gland cells sends out a duct, which unites shortly before the genital opening with those of the other cells into a small duct with a thick wall; this duct runs backwards side by side with the vas deferens, and undergoing a swelling on the way, again becomes a fine tube and opens at the base of the penis (fig. 6). The *posterior prostate gland* is an irregularly lobulated organ lying mostly on the left side of the median line, between it and the intestinal caeca, immediately behind the anterior glands and partly overlapped by them; it is a mass of large cells with coarsely granular contents like those of the anterior glands but staining on the whole less well with haematoxylin; the nuclei are mostly comparatively small and vesicular and usually contain each a well defined chromatin mass (fig. 1, 6, 7). The duct of this gland is fine and less distinct than the terminal duct of the anterior glands, but is still perfectly definite, and after a short forward course opens at the base of the

penis. The transition between the duct and the glandular mass is sudden.

The *ovary* is a somewhat pyriform organ with a light constriction near its middle, situated directly in front of the testis, to which its posterior border is closely apposed (fig. 1, 2, 6). It is a mass of egg cells in all stages of development and is enclosed by a distinct membrane of connective tissue; the youngest ova are found in the hindmost part and the most mature ones at the front end, whence the oviduct takes its rise. The ovary and the oviduct communicate with each other by an exceedingly small opening which never appears in more than one section (5μ or less). The *oviduct* is a comparatively short and spacious canal lined with a layer of finely granular protoplasm, which varies in thickness according to the degree of distention, but becomes thicker near the ootype and contains a few vesicular nuclei; it is provided with very fine circular muscle fibres. The oviduct is separated by a light constriction from the fusiform *ootype* which follows it and which has a wall similar to that of the oviduct, in which a few flattened nuclei are present. The ootype receives the ducts of the numerous unicellular *glands of MEHLIS* (fig. 1, 6, 10), which are unusually well developed and occupy nearly the whole of the space between the intestinal caeca of both sides, from the posterior prostate gland to the anterior end of the ovary or further backwards. The cells are pyriform and very large, 53μ or more when at the height of their activity, when the contents are coarsely granular and vacuolated and stain but faintly with haematoxylin; the nuclei are large but have faint contour just perceptible under the microscope (Zeiss objective E), and enclose each a well defined chromatin mass. The ducts are especially conspicuous in sections when the discharge is actively going on and can be seen converging to the ootype, into which the secretion appears to ooze through its wall. In the smaller ones of these gland cells the cytoplasm stains fairly well with haematoxylin and the nuclear contour is better defined. The ootype leads in front into a short *uterus* opening into the genital atrium from behind, close to the ventral surface of the

body (fig. 1, 2, 6). The wall of the uterus presents a peculiar structure, inasmuch as it consists of large pyramidal cells with distinct membrane, vacuolated cytoplasm and vesicular nuclei, sitting on the basement membrane with their bases and projecting into the uterine lumen, reducing it to a narrow space. The number of these cells is four or five in one cross section, and they remind one in some respects of the tentacular endodermal cells of hydroids; they probably function as valves to retain the egg in the ootype while in process of formation (fig. 9, b).

The *vitellaria* of the two sides may be separated or continuous both in front and behind according to the degree of their development, and accompany the intestinal cœca from their front to their hind end, or may even extend a little further backwards, enclosing them on the dorsal and ventral sides as well as laterally. The lobed structure is very apparent and the lobes are comparatively large for the size of the animal. The paired ducts originate shortly in front of the ovary and are relatively large, and proceeding straight towards the median line there unite to form on the ventral side of the oviduct an inconspicuous yolk reservoir, from which a very short unpaired duct leads into the oviduct, into which it opens from the right side. The paired yolk ducts form a transverse bridge across the body.

Close behind the opening of the yolk duct, the oviduct receives on its ventral side another canal, the *vaginal*, which proceeds from thence obliquely towards the right and the dorsal side, passing close behind the transverse yolk duct and between the intestinal cœcum and the vitellarium and opens on the dorsal surface of the body at some distance from the lateral margin. The vaginal canal very gradually enlarges as it proceeds dorsally and is expanded like a funnel at its external opening; it is lined by a structureless membrane, which is directly continued onto the cuticle of the body and is quite thick in the terminal portion of the canal; it is richly provided with circular muscle fibres for nearly half its course from the external opening, which is very conspicuous both in living specimens and total mounts as well as in sections. In the neighbourhood of the vaginal canal

the dorsoventral muscle fibres take a course parallel to that of the canal and undoubtedly function as retractors.

The egg shell is provided with a filament at one extremity and measures 0.07 mm. by 0.04 mm.

II. *Tetrancistrum sigani*, n. g., n. sp.

This worm is common on the gills of *Siganus fuscescens* HOUTTUYN, a marine food fish distributed from Tokyo southwards to the Philippines. The body is flattened dorsoventrally, broad at the middle and narrowed towards the ends. The front end is lightly 4-lobed when moderately retracted, but can be produced into as many tentacle-like processes, as in *Dactylogyrus*, although the inner pair is not so conspicuous as in that genus. From this front end the body narrows slightly for a short distance and forms what may be called the neck portion, which is free of the vitellarium extending through the greater part of the length of the body. The caudal portion which is also free of the vitellarium is nearly as long as the neck portion and its posterior end is expanded into a caudal disk, which is clearly set off from the adjacent parts, transversely oval in shape and carries near the centre two pairs of large hooks but lacks the marginal hooks entirely, a peculiarity which distinguishes it from the closely allied *Ancyrocephalus*. In the brain are found irregularly scattered pigment granules, some of which may be so located as to simulate the four eye spots often found in allied genera. The animal is colourless except for the yellowish vitellarium, which shows through the transparent tissues. Specimens may be obtained at all seasons of the year and the size is 1.2-2 mm. by about 0.5 mm. in the preserved state. Egg laying appears to take place all the year round.

The materials of this species that we have been able to obtain so far are in an unsatisfactory state of preservation histologically, hence we will limit ourselves to a general account of the anatomy of the animal.

The *cuticle* is of nearly uniform thickness in all parts of the

body, being about 2.5μ , and almost homogeneous in appearance. The dermal glands are present at both ends of the body but less well developed than in *Dactylogyrus*. The *cephalic glands* of either side open by three groups of ducts on the top of the tentacle-like processes already mentioned, two for the inner and one for the outer (fig. 11). The cells are situated in two groups on either side of the body, an anterior group of fairly numerous cells directly on the outer side of the mouth cavity and a posterior group of fewer cells on the outer side of the posterior half of the pharynx or further backwards. The ducts of the posterior group are naturally longer and the outer tentacle-like process receives ducts from both groups. Besides secreting mucus these gland cells give rise to small rod-like bodies with well defined outlines (rhabdites). Similar bodies have been observed by MACLAREN in *Diplectanum* and by WACKE in *Temnocephala*. The secretion of the cephalic glands stains well with eosin or borax carmin but not with haematoxylin. The cells of the anterior group may be as large as 10μ by 19μ , those of the posterior group $24-29\mu$ by 17μ . The *caudal glands* are situated in the caudal portion posterior to the intestinal caeca; the cells are pyriform and provided with efferent ducts which unite into a large duct on either side of the body and open on the caudal disk, nearer to the ventral side close to the hooks. The cytoplasm of these cells are either deeply or faintly stained according to the stages of their secretory activity; the nuclei are vesicular and contain a chromatin mass; the size of the cells may be 19μ by 12μ .

The transversely oval caudal disk measures 0.12 mm. by 0.09 mm. and bears near its centre two pairs of hooks, whose apices are directed one pair ventrally the other dorsally, although their positions can be altered in various ways by the action of the muscles attached to them (fig. 12). They are nearly alike in form, but the dorsal pair appear to be always slightly larger than the other and to be situated on the outer side. Each hook is flattened and consists of an asymmetrically V-shaped body with longitudinal surface striations and a sharp bent claw projecting from the apex of the V like the beak of a falcon and provided with

a hoop (fig. 13); the length of a hook is 96μ for the larger one and $84-89\mu$ for the smaller. The transverse connecting piece for the ventral hooks is curved and short dumb-bell shaped and 19μ long; that for the dorsal hooks is more slender and longer, being 26μ long. Under certain conditions these connecting pieces stain very well. The hooks are provided with retractors and protractors.

The dermal musculature consists of the usual three layers, the circular, diagonal and longitudinal. Dorsoventral fibres are also present.

The *mouth* opens on the ventral side at a short distance from the front end of the body; its cavity extends backwards on the ventral side of the pharynx to the hind end of the latter, while on the dorsal side it extends less backwards; this condition is however subject to alteration by the action of the retractor muscles of the *pharynx*. The latter is wellnigh cylindrical in form and when viewed dorsoventrally sends out two lateral horns backwards; it is surrounded on all sides by a distinct membrane of connective tissue and its main mass is formed by the radial muscle fibres, in the large interstices of which lie the pharyngeal glands. The circular and meridional fibres appear to be very weakly developed. As viewed under the pressure of a cover glass, the pharynx is 132μ long and 96μ wide. It leads into a very short *oesophagus*, into which open numerous unicellular salivary glands, the cells of which are located in the lateral parts of the body, outside the initial portion of the intestinal caeca. The cells are pyriform and provided each with a long duct, which opens into the oesophageal cavity; they may measure as much as 12μ by 17μ , and the cytoplasm has hardly any affinity for borax carmin but stains well with haematoxylin. The two *intestinal caeca* run backwards on either side of the body and unite directly behind the testis but again separate a little further backwards and terminate blindly shortly afterwards. Each intestinal caecum is provided on its outer side with short, secondary caeca, some 15-20 in number, terminating near the body margin. Both the primary and secondary caeca are lined with a tolerably thick epithelium,

the cell boundaries of which are fairly distinct in sections, and the nuclei of which are relatively large, round and vesicular in appearance. This species has the power of sucking out the blood of the host and the contents of the intestine consist of blood corpuscles and mucous cells of the host in all stages of digestion.

The general arrangement of the *excretory vessels* is similar to that of *Dactylogyrus*. The openings lie on either side of the body close to the lateral margin, at the level of the hind end of the pharynx. Each one leads backwards into a terminal vessel, which enlarges into a club-shaped vesicle lying on the ventral side of the intestinal cecum. From the hind end of this terminal vesicle starts the principal posterior vessel, which proceeds backwards on the ventral side of the intestinal cecum, at whose hind end it suddenly bends towards the median line and is connected with the corresponding vessel of the other side by a short commissure; it then turns back and retraces its former course and becomes very fine at about the level of the genital opening. Close to and just in front of the origin of the posterior vessel, the terminal excretory vesicle gives rise to a vessel which immediately divides into two and are distributed to the anterior parts of the body, where one of them is directly continued into the corresponding vessel of the other side in the region of the brain. From the main vessels above mentioned are given off numerous branches which terminate in the way generally known for flatworms.

Among more recent writers MACLAREN [p. 509] divides the *Gyrodactylidae* into two groups, in the first of which the vagina is present and the excretory canals open behind, while in the second the vagina is absent and the excretory canals open in front, and he assigns *Tetraonchus*, *Dactylogyrus*, *Amphibdella* and *Diplectanum* to the first, and *Gyrodactylus* and *Calceostoma* to the second. But in view of our observations on *Dactylogyrus* and *Tetrancistrum*, a near ally of *Ancyrocephalus* (= *Tetraonchus*), the above division, so far as it refers to the opening of the excretory system, is no longer tenable.

The *nervous system* is in its main arrangement similar to that of *Dactylogyrus*.

The *testis* is a dorsoventrally flattened globular organ directly in front of the posterior intestinal loop and similar in its general structure to that of *Dactylogyrus*. At its front end in the median line it gives rise to a single sperm duct, which proceeds forwards on the dorsal side of the ovary obliquely towards the left side and from the anterior end of the ovary onwards runs for some distance parallel to the intestinal cœcum close on its inner side; here the duct is expanded into an elongated *vesicula seminalis* (fig. 11, 14). It then narrows and again expands into a second smaller vesicle, and at a short distance behind the anterior intestinal loop it turns suddenly backwards and obliquely to the right and forms an *ejaculatory duct* provided with muscle fibres, and finally opens at the base of the *chitinous penis*. The latter is a hollow tube curved in the form of a fishing hook, the expanded base corresponding to the barb, and lies in a tubular extension of the male genital pore, which lies a short distance behind the anterior intestinal loop. It is of nearly uniform calibre and its base is continued forwards in the form of a tongue, while its distal end has somewhat the shape of the point of a Turkish sword. The *supporting rod* is of the same general form but more curved and has numerous, small, irregular cavities in its axis; its terminal end is closely apposed to that of the penis, while its base is continued backwards into a tongue-shaped chitinous piece united with the penis base and fixed together with the latter onto an elongated fusiform mass of peculiar chitinous-looking fibrous tissue (fig. 14, 15). To the front end of this mass of peculiar tissue and of the base of the penis is attached a muscular bundle, which runs obliquely forwards and merges with the longitudinal dermal muscles; another smaller bundle is attached to the base of the penis and runs forwards nearly parallel to the first; a third bundle is attached to the basal process of the supporting rod behind the penis and also runs forwards; no doubt they are the protractors of the penis. The retractor consists of two bundles inserted one to the hind end of the basal mass, the other to that of the basal

process of the supporting rod; these two soon unite and proceed backwards to merge into the longitudinal dermal muscles. The penis and the supporting rod are subequal in length, 108μ ; the basal mass is 72μ long.

Side by side with the sperm duct open into the penis base two accessory glands, the *anterior* and the *posterior prostate*. In the *posterior* one, the fine duct that opens into the penis leads into a fusiform sac situated on the left side of the median line and containing a granular, yellowish secretion especially conspicuous in life; where it crosses the sperm duct it lies more dorsally. This fusiform sac is continued backwards into a larger sac of irregular form, whose contour becomes fainter backwards. Into this reservoir open by long necks numerous unicellular glands, which lie between the ovary and the genital apertures, both in the area bounded on either side by the intestinal cæca and outside the latter close to the lateral margin of the body. The cytoplasm of these cells is finely granular and stains well with haematoxylin and carmin; they may be 24μ by 36μ . The *anterior prostate*, which opens side by side with the posterior, has also a very fine duct which almost immediately enlarges into a somewhat reniform sac with distinct muscular wall lying oftener on the right side of the penis and containing a transparent colourless secretion, in life contrasting sharply with the surrounding organs. The sac narrows at its front end into a duct of small calibre, which curves backwards and to the right and then expands again into a large sac of irregular contour, into which open numerous gland cells. These are situated almost entirely between the intestinal cæca of both sides and the posterior prostate; their cytoplasm stains but very slightly with haematoxylin and carmin and can therefore be distinguished from the cells of the posterior prostate without difficulty; the cells are also distinctly smaller, being 12μ by 24μ , and the nuclei are vesicular and contain each a very distinct chromatin spherule.

The *ovary* is a cordiform organ situated directly in front of the testis, sometimes overlapping the latter with its emarginate hind end, where the youngest ova are situated. From its front

end starts the *oviduct*, which proceeds straight forwards along the median line of the body and is continued into the *ootype* a short distance in front of the ovary. There is a light constriction at the boundary between the oviduct and the ootype, where the *glands of MEHLIS* open; these are aggregated into a comparatively narrow space between the intestinal cœca on either side, the ovary behind and the posterior prostate in front. The gland cells stain about as well as or slightly better than those of the anterior prostate. The ootype is continued without any sharp demarcation into the *uterus*, which runs forwards and opens to the exterior directly behind the male pore. The uterus is provided with longitudinal and circular muscle fibres.

Immediately behind the ootype, the oviduct communicates with a small chamber on its dorsal side, which bears a tongue-shaped sac, the *receptaculum seminis*, lying on the dorsal and left side of the oviduct and extending for a short distance forwards from its connection with the latter (fig. 14). A curious fact in connection with it is that a slender canal proceeds backwards from its hind end and becoming gradually finer, terminates blindly near the front end of the ovary—probably a homologue of the genito-intestinal canal found in many other Heterocotylea. The short neck of the seminal receptacle is provided with sphincter fibres and the sac usually contains spermatozoa. According to WEGENER [p. 210] a similar receptacle is present in *Ancyrocephalus paradoxus*, but the tail-like prolongation appears to be lacking.

The *vitellarium* appears to be less well developed than in *Dactylogyrus* and surrounds the intestinal cœca on all sides except the inner; behind the posterior intestinal loop it is also found between the cœca of either side. The paired yolk ducts, which are formed each by the union of two ducts arising from the vitellarium at about the level of the anterior end of the ovary, proceed inwards and uniting in the median line on the ventral side of the oviduct immediately open into the latter. Into the small chamber above mentioned on the dorsal side of the oviduct opens the *vaginal canal* obliquely from the right and dorsal side, whence the canal proceeds obliquely forwards and towards the

right and passing on the ventral side of the vitellarium opens into an elongated botryoidal cavity at about the level of the hind end of the penis (fig. 14). The wall of the canal is comparatively thick and is provided with longitudinal and circular muscle fibres. The botryoidal cavity, which may be called *bursa vaginalis*, lies with its long axis oblique to that of the body and opens on the ventral side close to the lateral margin, receiving the vaginal canal not at its bottom but a short way aside towards the right margin of the body. The bursa vaginalis is ciliated on its inner surface and surrounded by inner longitudinal, middle circular and outer oblique muscle fibres, which are modifications of the dermal musculature of the body. Besides these fibres there are numerous unicellular glands opening into its cavity; their staining capacity is intermediate between those of the two prostate glands.

This new genus may be characterized as follows: Gyrodactylidæ without eyes; with a caudal disk bearing two pairs of hooks, each pair connected by a transverse piece; without marginal hooks; with a lateral vagina. Paired intestinal cœca united behind and with lateral secondary cœca.

Bibliography.

- LUHE, M.—Die Süßwasserfauna Deutschlands. Hft. 17. Parasitische Plattwürmer. 1909.
- MACCALLUM, G. A.—Some New Species of Ectoparasitic Trematodes. Zoologica. Scientific Contributions of the New York Zoological Society, Vol. i, No. 20, p. 395-410. June, 1915.
- MACLAREN, N.—Beiträge zur Kenntnis einiger Trematoden (*Diplectanum aequans* WAGENER und *Nematobothrium molae* n. sp.). Jen. Zeitschr. Naturwiss., Bd. 38, p. 573-618. 1903.
- MONTICELLI, F. S.—Saggio di una morfologia dei Trematodi. 1888.
- „ —*Ancyrocephalus paradoxus* e revisione del genere *Tetraonchus*. Boll. Soc. Natur. Napoli, iii, p. 113-116. 1889. Not accessible to us.
- „ —Note elmintologiche. Boll. Soc. Natur. Napoli, iv, p. 189-208. 1890.
- „ —Di alcuni organi di tatto nei Tristomidi. Contributo allo studio dei Trematodi monogenetici. Boll. Soc. Natur. Napoli, v, p. 99-134. 1891.
- „ —Per una nuova classificazione degli Heterocotylea. Monitore Zool. Italiana, Anno xiv, p. 334-336. 1903.
- „ —Osservazioni intorno ad alcune specie di „Heterocotylea.“ Boll. Soc. Natur. Napoli, xviii, p. 65-80. 1904.
- PRATT, H. S.—Synopsis of North American Invertebrates. xii. The Trematodes. Part. 1. The Heterocotylea or Monogenetic Forms. Amer. Natural., Vol. 34, p. 645-662. 1900.
- SAINT-REMY, G.—Synopsis des Trématodes monogénèses. Rev. biol. d. Nord France, Vol. 3, p. 405-457, pl. 10. 1891.
- „ —Complément d. Synopsis d. Trématodes monogénèses. Arch. Parasitol., Vol. 1, p. 521-571. 1898.
- WACKE, R.—Beiträge zur Kenntnis der Temnocephalen. (*Temnocephala chilensis*, *Temnocephala tumbesiana* n. sp. und *Temnocephala novaezelandiae*.) Zool. Jahrb. Suppl.-Bd. vi (Fauna chilensis, Bd. iii), p. 1-116. 1903.
- WAGENER, G. R.—Helminthologische Bemerkungen aus einem Sendschreiben an C. Th. von SIEBOLD. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. ix, p. 73-90, Pl. 5-6. 1857.
- WEGENER, G.—Die Ektoparasiten der Fische Ostpreussens. Schriften physik.-ökonom. Gesellsch. Königsberg i. Pr., Jahrg. 50, p. 195-286, Pl. 6-7. 1909.

Abbreviations used in the Explanation of Plates.

apg	Anterior prostate glands.
br	Brain.
cg	Caudal glands.
dg	Cephalic glands and their ducts.
ej	Ejaculatory duct.
eo	Excretory aperture.
ex	Excretory vessel.
exv	Excretory vesicle.
go	Genital opening.
int	Intestinal cæca.
lm	Longitudinal muscle of the caudal portion.
m	Mouth.
me	Glands of MEHLIS.
oe	Œsophagus.
oot	Ootype.
ov	Ovary.
ph	Pharynx.
ppg	Posterior prostate glands.
ptg	Post-testicular glands.
rs	Receptaculum seminis.
sg	Salivary glands.
t	Testis.
vag	Vaginal opening.
vd	Vas deferens.
vt	Vitellarium.

S. GOTO AND H. KIKUCHI :

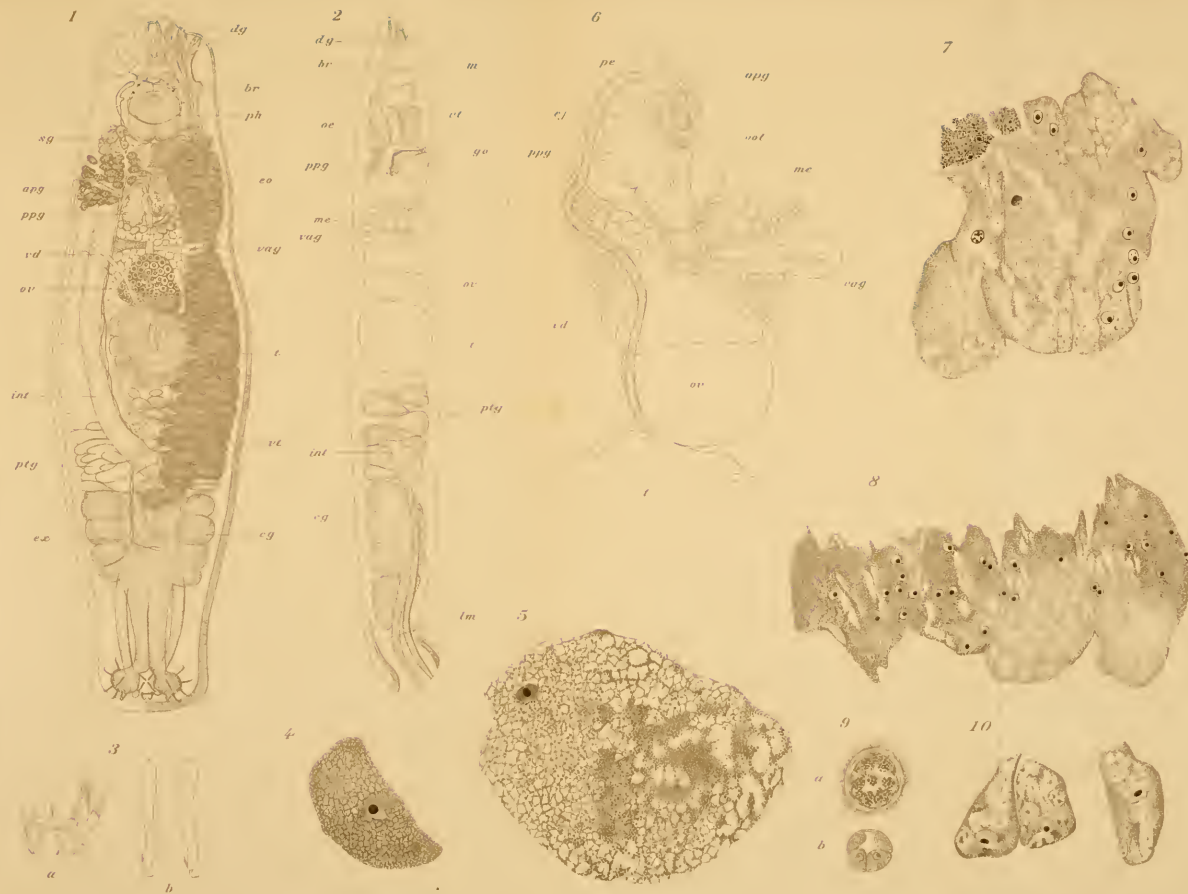
TWO NEW TREMATODES OF THE FAMILY GYRODACTYLIDÆ.

PLATE I.

Plate I.

Dactylogyrus inversus.

1. Semidiagrammatic representation of an entire worm killed under the pressure of a cover slip ; dorsal view.
2. Sagittal section through the body, showing the relative positions of the different organs.
3. a. Central hooks and connective, with attached muscles. b. Two marginal hooks. $\times 290$.
4. A post-testicular gland cell. $\times 600$.
5. A caudal gland cell. $\times 600$.
6. Reproductive organs in dorsal view. $\times 200$.
7. Posterior prostate gland cells. $\times 600$.
8. Anterior prostate gland cells. $\times 600$.
9. a. Ootype in cross section. b. Uterus in cross section. $\times 290$.
10. Glands of MEHLIS. $\times 600$.



S. GOTO AND H. KIKUCHI:

TWO NEW TREMATODES OF THE FAMILY GYRODACTYLIDÆ.

PLATE II.

Plate II.

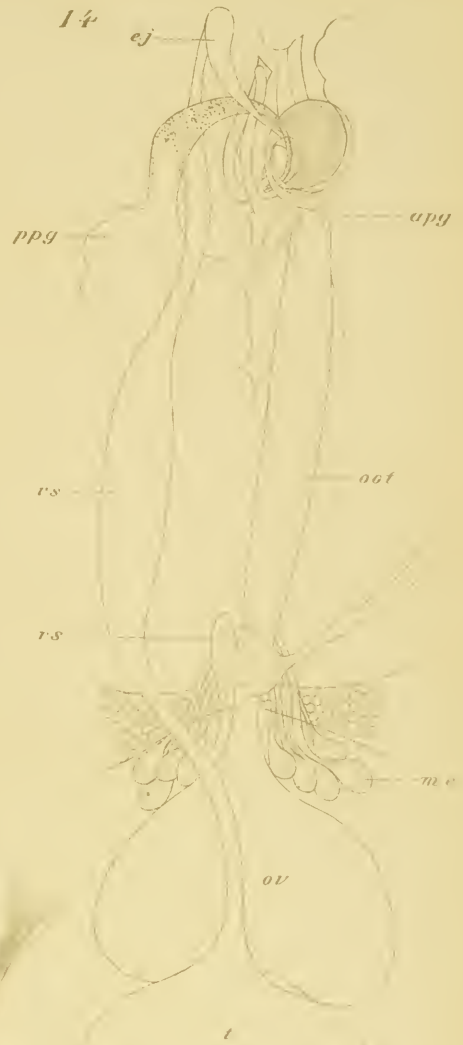
Tetrancistrum sigani.

11. Semidiagrammatic representation of an entire worm killed under the pressure of a cover slip ; dorsal view.
12. Caudal hooks in natural position. $\times 290$.
13. Caudal hooks as spread out. $\times 290$.
14. Reproductive organs in dorsal view. $\times 200$.
15. Chitinous penis and accessory parts. $\times 600$.

11



14



15



13



12



Effekt der Ringelung auf die Stoffwanderung bei *Cornus controversa* Hemsl.

Von

Shin-ichi HIBINO, *Rigakushi*.

Mit 2 Tafeln u. 19 Tabellen.

I. Einleitung.

Seit MALPIGHIS Experimenten (16) sind Ringelungsversuche vom siebzehnten Jahrhundert bis zur Gegenwart wiederholt ausgeführt worden. Derartige Versuche, die uns in grosser Anzahl vorliegen, kann man in 3 Gruppen zusammenfassen:

Die erste bezieht sich auf die Leitung des Wassers, die zweite behandelt ausschliesslich die Stoffwanderung und die letzte hat mit den Wachstumsverhältnissen zu tun.

Über den ersten Punkt liegen uns zahlreiche ältere Untersuchungen vor, welche zeigen, dass die Wasserleitungsfähigkeit der geringelten Bäume nicht im mindesten herabgesetzt wird, so lange der Holzkörper des abgerindeten Teils gegen irgend einen nachteiligen Einfluss geschützt ist.

TRÉCUL (32) erwähnte als Beispiel einen geringelten Lindenbaum, welcher nach der Operation noch 44 Jahre lang lebte.*

In neuerer Zeit konstatierte URSPRUNG (33 a, b u. c) durch seine an mehreren Holzpflanzen ausgeführten Experimente, dass Wasserleitung hauptsächlich in den jungen Schichten des Holzkörpers stattfindet und die Rinde nur insofern wichtig ist als sie die peripheren Holzpartien beim Saftsteigen vor äusseren Einflüssen schützt.

*Über viele andere Beispiele vergl. man z. B. SORAUER, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Bd. I. 1909, S. 792-794.

Über den zweiten Punkt, nämlich die Stoffwanderungsvorgänge, haben die Untersuchungen von HARTIG (10), HANSTEIN (8), PFEFFER (20), HABERLANDT (9), FISCHER (7), STRASBURGER (29), CHAUVEAUD (2) und anderen den Beweis geliefert, dass die Ableitungsfähigkeit der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Assimilate durch die Ringelung sehr gehemmt wird, infolgedessen eine abnorme Stoffanhäufung an der Ringelstelle, sowie an gewissen anderen Stammteilen stattfindet.

Dabei konstatierten mehrere Forscher, dass die Siebröhren wesentlich als Ableitungsbahnen solcher Assimilate funktionieren.

SCHIMPER (26) zeigte, dass sich im Blattstiele von *Plantago major* ausser dem Rindenteile „die Leitscheide“ daran beteiligen konnte, dagegen konstatierte ОЗАРЕК (4), dass beim Blattstiele von *Vitis vinifera* derartige Stoffableitung durch den Rindenteil nicht in grossem Masse stattfinden konnte. LECLERC DU SABLON (15) bewies anderseits, dass bei den in der Nähe der Stammbasis geringelten Bäumen im Gegensatz zu intakten viel weniger Reservestoffe im Stammteil gespeichert wurden als im Wurzelteil. Derselbe fand ferner, dass die Blätter der geringelten Exemplare leichter in der Farbe aber reicher an Reservestoffen sind, als die Blätter der intakten.

Bei geringelten Maulbeerbäumen konstatierte MIYOSHI (17 a u. b), dass die Entleerung der Assimilationsstärke in den Blättern nur unvollständig vor sich ging, infolge dessen eine abnorme Anhäufung der letzteren resultierte. In neuerer Zeit stellte SCHULTE (24) bei etwa vierzig Angiosperm- und Gymnospermbäumen Untersuchungen über die Einflüsse der Ringelung auf die Blätter und auch über die Lokalisation der angehäuften Reservestoffe an. Er kam zu dem Ergebnis, dass dabei der Gehalt der Stärke, reduzierender Substanzen und des Gerbstoffs grossenteils zunahm. Es ist besonders hervorzuheben, dass er diese Tatsache bei *Cornus alba* und *C. mas* konstatiert hat.

Was den Einfluss der Ringelung auf die Fruchternte betrifft, so beobachtete PONDOCK (21), dass bei einer Weinsorte, deren Stamm geringelt wurde, die Früchte 20 Tage früher reiften als bei den nicht geringelten. Bei geringelten Solaneen beobachtete DANIEL (5), dass sie grössere Früchte trugen als die Kontrollen, dagegen

konstatierte HEDRICK (11), dass bei Tomaten und Chrysanthemen die Ringelung nachteilig auf die Wachstumsvorgänge wirkte.

Über die durch Ringelung hervorgerufene Anthocyanbildung beobachteten LAURENT (14), KÜSTER (13), SORAUER (28), RAVAZ (22), COMBES (3) und andere stets Anthocyanbildung in den Blättern oberhalb der Ringelstelle der geringelten Bäume.

Was den dritten Punkt, nämlich die Wachstumsvorgänge anbelangt, so haben frühere Forscher ihre Aufmerksamkeit auf die Spross-, Wurzel- und Callusbildung an der Ringelstelle gelenkt. Diese kommen in erster Linie durch Wundreiz zu Stande, doch stehen sie in zweiter Linie mit dem Stoffwanderungsvorgängen in näherem Zusammenhang.

Betreffs der Spross- und Wurzelbildung, welche oberhalb und unterhalb der Ringelstelle eines Zweiges in verschiedener Stärke auftreten, geht aus den Untersuchungen von PFEFFER (20) und DERMER (6) hervor, dass die betreffenden Stellen eine ungleichmässige Menge von Reservestoffen enthalten, und ferner, dass durch das Unterbrechen der Leitungsbahnen die Ableitung der Reservestoffe von oben nach unten nicht stattfinden kann. Über die Callusbildung zeigten TITTMANN (31) und auch SORAUER (28), dass das Callus stärker am oberen Rande der Ringelstelle auftrat als am unteren. Trotz der vielen früheren Untersuchungen sind die Stoffwanderungsvorgänge seither fast ausschliesslich bei Rindenringelung studiert worden, dagegen wurden die verschiedenen Ringelungsverfahren nicht genug berücksichtigt.

Um zu diesem Punkte einiges beizutragen und um ferner die äusseren Veränderungen der geringelten Bäume: nämlich Schädigung an den Blattorganen, abnorme Anthocyanbildung in den Blättern, Entstehung der adventiven Knospen und Callusbildung in der Nähe der Ringelstelle, sowie Dickenwachstumsverhältnis der Stämme und auch innere Beschaffenheit der letzteren, nämlich Wanderungstätigkeit der Assimilate, Stoffanhäufung im Zweigteile oberhalb der Ringelstelle, besonders Zunahme der Diastase und der oxydierenden Enzyme in den Blättern festzustellen, wurden die vorliegenden Untersuchungen auf Veranlassung und unter Leitung von Herrn Prof. Dr. M. Miyoshi im

Laufe eines akademischen Jahres, 1912–13, im Botanischen Institut des Science College der Kaiserlichen Universität zu Tokyo ausgeführt. Ich spreche an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer herzlichsten Dank für seine vielfache Belehrung und Anregung aus. Es ist mir auch eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. K. SHIBATA für vielseitige Anregung meinen besten Dank auszudrücken.

II. Methodisches und Untersuchungsmaterial.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir hauptsächlich *Cornus controversa* HEMSL. und nebenbei einige andere Baumarten. Die Art und Weise der Ringelung war folgende:

1. Die Hauptstämme und Zweige wurden bis auf den Holzkörper rings um geringelt, wobei die ganze Rinde mit der Cambiumschicht zusammen weggenommen wurde.
2. Die Hauptstämme und Zweige wurden rings um von der Rinde und dem äusseren Splintholze befreit.
3. Die Hauptstämme und Zweige wurden halbseitig (nicht sektorisch) von der Rinde befreit.
4. Die Hauptstämme und Zweige wurden halbseitig (nicht sektorisch) von Rinde und äusserem Splintholz befreit.
5. Am unteren Teile des Stammes wurden innerhalb einer ca. 1 m breiten Zone rings um den Stamm etwa dreissig je 5 cm breite und ins Splintholz gehende Löcher gebohrt. Bei jeder Ringelung liess ich die betreffende Stelle ungeschützt.

Folgende Abkürzungen kommen in der weiteren Beschreibung vor:

1. Rinde-Rg.=ganze Rinde durch Ringelung weggenommen.
2. Holz-Rg.=ganze Rinde mit äusserem Teil des Splintholzes durch Ringelung weggenommen.
3. Rinde-Halb-Rg.=Halbseite der Rinde durch Ringelung weggenommen.
4. Holz-Halb-Rg.=Halbseite der Rinde und äusseren Teils des Splintholzes durch Ringelung weggenommen.
5. Durchbohr.=tief bis ins Splintholz durchgebohrt.

III. Äussere Veränderungen geringelter Bäume.

In seinen Untersuchungen über die Ringelung hat URSPRUNG (28c) konstatiert, dass die Blätter von *Cornus sanguinea* $1\frac{1}{2}$ –2 Monate lang nach der Ringelung selbst im oberen Teile noch frisch blieben, dass sie dann allmählich zu welken anfangen, und ferner, dass die Blätter in $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$ Sektor geringelten Stämmen $4\frac{1}{2}$ Monate lang nach der Operation noch frisch blieben. Eine ähnliche Erscheinung habe ich an meinem Versuchspflanzen beobachtet.*

Die äusseren Veränderungen, die infolge der Ringelung bei meinem Versuchsbäum, *Cornus controversa*, zu Tage traten, habe ich seit Juli 1912 bis Mai 1913, ca. 300 Tage lang fortlaufend beobachtet und die Ergebnisse in Tab. I–XVI zusammengefasst.

Die Blätter welkten bei Holz-Rg. am zeitigsten, wurden schon 10 Tage nach der Operation dürr, und fingen an von oben nach unten zu allmählich abzufallen; am 25. Okt., also 90–95 Tage nach der Ringelung, waren alle abgefallen.

Bei Rinde-Rg. welkten die Blätter nach 30–60 Tagen und fielen alle nach 100 Tagen ab, bei Halb-Rg., Rinde- sowie Holz-Halb-Rg. blieben sie noch länger frisch. Bei den intakten Stämmen fielen die Blätter, wie bei Halb-Rg., erst etwa 130 Tage später (d. h. bis 31. Nov.) ab.

Bei geringelten Bäumen entwickelten sich viele adventive Knospen unterhalb der Ringelstelle. Diese traten besonders zahlreich bei Holz-Rg. auf, weniger so bei Rinde-Rg.

Die Ursachen derartiger Knospenbildung sind in erster Linie die infolge des Wundreizes an der geringelten Stelle hervorgerufenen Organbildungsvorgänge, in zweiter Linie die Anhäufung der Nährstoffe unterhalb der Ringelstelle, und schliesslich kommen hauptsächlich auch Polaritätsercheinungen in Betracht.

Dass die Polaritätsverhältnisse bei vorliegendem Falle eine bedeutende Rolle spielen, geht aus der Tatsache hervor, dass die adventive Sprossbildung stets aus dem nährstoffärmeren Apikalpole

*URSPRUNG hat die Ringelstelle manchmal ungeschützt gelassen, manchmal mit Asphalt, Lack oder Baumwachs bedeckt. In meinen Versuchen habe ich die Stelle stets ungeschützt gelassen.

der unteren Stamnteile der Ringelstellen und nicht aus dem nährstoffreicheren Basalpole der oberen Stamnteile stattfindet.

Ferner kann die starke Entwicklung der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle bei Holz-Rg. (weniger deutlich bei Rinde-Rg.) wohl eine Folge des Nährstoffüberschusses sein, der durch das Unterbrechen der aufsteigenden Stoffleitung zu Stande gekommen ist.

Bei Rinde-Rg. fand die Callusbildung an den Rändern der Ringelstelle schon nach 10 Tagen statt, bei Holz-Rg. war eine solche jedoch in demselben Jahre noch nicht zu sehen.

Callus wurde bei Rinde-Rg. sehr lebhaft am oberen Rande gebildet, bedeutend schwächer war der Vorgang bei Holz-Rg. (Tafel I. Fig. 1, 2, 3, 4, 5 u. 6, Tafel II. Fig. 11).

Bei Rinde-Halb-Rg. hat die Callusbildung an beiden Seitenrändern der geringelten Strecke am stärksten stattgefunden, aber in viel schwächerem Grade bei Holz-Halb-Rg.

Im nächsten Frühjahr floss der Blutungssaft aus der Ringelstelle nur bei Holz-Rg. und Holz-Halb-Rg., bei Rinde-Rg. und Rinde-Halb-Rg. jedoch nicht oder fast gar nicht.

Diese Tatsache zeigt, dass bei Holz-Rg. und Holz-Halb-Rg. die geringelte Strecke noch nicht vollständig geheilt war. KRIEG(12) beobachtete in seinem Ringelungsversuche, dass bei geringeltem *Vitis*stamme eine Wundholzbildung im Mark stattfand, und führte den Vorgang auf die Einwirkung von Zersetzungsprodukten des an der Ringelstelle abgestorbenen Holzes zurück. In unserem Versuche bei *Cornus controversa* beschränkte sich die Entstehung der Wundheilungsgewebe nur auf die Cambialschicht und die benachbarten Rinden- und Holzteile, ohne Markwundheilung.

Das Wundgewebe, welches sich aus solchen Teilen entwickelte, war, wie bei vielen anderen Fällen, sehr unregelmässig und enthielt reichliche Reservestoffe. Tafel I. Fig. 7, 10 und Tafel II. Fig. 12 zeigen derartige Callusbildung an der Ringelstelle.

Die Callusbildung ist bekanntlich vom Feuchtigkeitsverhältnis abhängig. Somit ist es begreiflich, dass bei Rinde-Rg., bei welcher die entrindeten Ränder nur mässig trockneten, stets Callusformation stattfand, wogegen bei Holz-Rg., welche eine Strecke des Stamnteils

oberhalb und unterhalb der Ringelstelle vertrocknen liess, eine solche Erscheinung nicht zu sehen war.

TITTMANN(31) konstatierte durch seine Ringelungsversuche mit *Populus*-Stecklingen, dass an beiden Schnitträndern der Ringelstelle Callusbildung stattfand, ebenso wie bei einem ungeringelten Stecklinge. Aus dieser Tatsache kam er zu der Auffassung, dass betreffs der Callusbildung der obere und der untere Teil der geringelten Stecklinge sich wie physiologische Individuen verhalten und hierbei die Polarität keine Rolle spielt.

Bei unseren Versuchsbäumen fand die Callusbildung sowohl am oberen als auch am unteren Rande statt, jedoch stärker bei dem ersteren, weil dort stickstofffreie und stickstoffhaltige Reservestoffe reichlicher vorhanden waren.

Im Frühjahr entfalteten sich die Blätter bei intakten Bäumen allmählich von unten nach oben; bei geringelten Bäumen, besonders bei Holz-Rg., fand dies viel später statt als bei den Kontrollen.

In den Blättern geringelter Stämme, insbesondere bei Rinde-Rg., war die Anthocyanbildung an dickstämmigen Bäumen (ca. 49 cm Durchmesser) am deutlichsten zu beobachten, während sie an weniger dicken Bäumen (ca. 30 cm Durchmesser) oder an Zweigen nur schwächer auftrat.

Bei Rinde-Rg. kamen die Bäume zeitiger und reichlicher zum Blühen, dagegen wurde die Blütenbildung bei Holz-Rg. ausserordentlich gehemmt. Tafel II. Fig. 13 zeigt einen Birnbaum, welcher infolge Rinde-Rg. reichlich Blüten trug.

An geringelten Bäumen enthielten die Blätter nicht nur geringere Mengen von Chlorophyllfarbstoff in Vergleich zu den Kontrollen, sondern sie wurden auch schrumpfend und hingen meistens abwärts. Derartige Beschädigung der Blätter zeigte sich am deutlichsten bei Holz-Rg.

In der Regel zeigten die Blätter, welche unterhalb der Ringelstelle austrieben, bei Rinde-Rg., Holz-Rg. und Halb-Rg., keine Änderung.

Der grosse Unterschied des Dickenzuwachses an den beiden Rändern der Ringelstelle war bei jüngeren Bäumen noch deutlicher

zu sehen, als bei älteren. Als einige auffallende Beispiele können ausser *Cornus controversa*, *Pirus sinensis* und *Pinus densiflora* erwähnt werden. Diese Bäume wurden im Juli 1912 geringelt; im nächsten Frühjahr waren bei einigen jungen Versuchsbäumen, deren Stämme selbst tief bis zum Splintholzteil geringelt waren, sämtliche Blätter wie bei den intakten normal, und dabei war die Stammdicke 3 cm über dem oberen Ringelrande etwa 1.3–1.6 mal so gross als 3 cm unterhalb der Ringelstelle. Dann machte ich am 20. März 1913 einen Längsschnitt und konstatierte, dass diese Stämme nur durch einen sehr schmalen Teil des inneren Splintholzes, welches nahe dem Mark lag, ihre Wasserzufuhr vom unteren Teil erhalten hatten.

IV. Relativer Wassergehalt der Blätter geringelter resp. intakter Bäume.

Im Herbst 1912 fingen die über der Ringelstelle stehenden Blätter zeitiger zu welken an (siehe Tab. IV, V, XI, XII, XIII und XIV), ohne Zweifel infolge der ungenügenden Wasserzufuhr. Dies war besonders deutlich bei Holz-Rg., weniger auffallend bei Rinde-Rg., und nicht zu sehen bei Halb-Rg.

Da es notwendig schien, den relativen Wassergehalt der Blätter sowohl bei geringelten als auch bei intakten Bäumen festzustellen, habe ich folgende Versuche angestellt.

Mehrere Blätter wurden in verschiedenen Entfernungen über der geringelten Strecke an jedem einzelnen Baume gesammelt. Um den Wassergehalt derselben miteinander zu vergleichen, führte ich zweimal (im September und Oktober) das übliche Bestimmungsverfahren in sorgfältiger Weise aus. Im September waren die Blätter bei den geringelten und intakten Bäumen noch frisch, aber bei den ersteren nahm der Wassergehalt allmählich ab, während bei den letzteren eine solche Veränderung nicht zu konstatieren war. Tab. XVII zeigt die zweimaligen Bestimmungen des Wassergehalts der betreffenden Blätter, welche alle normal entwickelt waren, eine am 13. Sept., die andere am 9. Okt. 1912, und Tab. XVIII ist eine graphische Darstellung davon, wodurch

wir das Verhältnis des Blattwassergehalts in jedem Baume während etwa 25 Tagen anschaulicher machen können.

Aus diesen Ergebnissen sehen wir, dass der Wassergehalt der Blätter in allen Bäumen zur früheren Zeit (am 13. Sept.) beinahe gleichmässig war; nämlich bei intakten um 59.4%–59.8%, bei Rinde-Rg. um 54.9%–57.0%, bei Holz-Rg. um 55.0%–55.6%, bei Rinde-Halb-Rg. um 58.4%–59.3%, bei Holz-Halb-Rg. um 57.1%–57.4% und bei Durchbohr. um 58.7%–61.0% schwankend, ein Beweis, dass die Bäume in dieser Zeit noch gesund waren. Allein man sieht auch den Wassergehalt der Blätter in geringelten Bäumen allmählich ungleichmässig werden.

Die Blätter wurden am 9. Okt. der zweiten Bestimmung unterzogen. Der Wassergehalt schwankte bei intakten um 57.4%–58.6%, bei Rinde-Rg. um 45.5%–53.0%, bei Holz-Rg. um 41.3%–52.8%, bei Rinde-Halb-Rg. um 54.2%–56.8%, bei Holz-Halb-Rg. um 54.8%–58.8%, und bei Durchbohr. um 58.9%–61.2%. Die Blätter oberhalb der Ringelstelle wiesen einen sehr geringen Wassergehalt auf, am deutlichsten bei Holz-Rg., weniger deutlich bei Rinde-Rg., während bei Halb-Rg. und Durchbohr. sich kein Unterschied von den intakten zeigte.

Als der herbstliche Laubfall allmählich eintrat, war zu beobachten, dass bei geringelten Bäumen desto weniger Wassergehalt vorhanden war, je höher die Blätter standen. Dies trat bei Holz-Rg. am deutlichsten auf, indem der Wassergehalt der zu oberst und zu unterst stehenden Blätter 41.3% resp. 52.8% betrug. Bei Rinde-Rg. war derselbe 45.5% resp. 53.0%. Ein derartiger deutlicher Unterschied des Wassergehaltes war bei Halb-Rg. und Durchbohr. nicht zu beobachten. Bei Rinde-Halb-Rg. betrug der Wassergehalt 56.8% resp. 54.2%, bei Holz-Halb-Rg. 54.8% resp. 58.8% und bei Durchbohr. 58.9% resp. 61.2%.

Die unterhalb der Ringelstelle stehenden Blätter enthielten am 9. Okt. eine beträchtliche Wassermenge, nämlich bei Rinde-Rg. 63.3%, bei Holz-Rg. 60.3%, bei Halb-Rg. etwa 59.8% und bei Durchbohr. 61.7%. Der mittlere Wassergehalt bei intakten war zu jener Zeit 57.9%.

Diese Beobachtungen zeigen, dass gesunde Blätter bei einem Baum einen beinahe gleichmässigen Wassergehalt haben.

Wenn aber der Baum durch Ringelung in seiner Wasserleitung litt, so nahm der Wassergehalt von oben nach unten allmählich ab; dies trat sehr deutlich bei Holz-Rg. wie auch bei Rinde-Rg. auf, aber bei Halb-Rg. und Durchbohr. können die Bäume mittels der übrigen Stammteile, welche ohne beträchtliche Beschädigung die unteren und oberen Teile noch verbinden, ihr Wasserbedürfnis wie intakte Bäume decken.

V. Anthocyanbildung infolge der Ringelung.

Die Ursache der Anthocyanbildung ist je nach den Pflanzenorganen sehr verschieden. Unter den von MIYOSHI (17c) angegebenen Fällen von Anthocyanbildung kommt bei unseren Versuchen die Beschädigung in Betracht. In Bezug auf Anthocyanbildung infolge mechanischer Verletzungen liegt uns eine Anzahl von Beispielen vor. So zeigte KÜSTER (13), dass Abschneiden der Blattnerven bei *Saxifraga*arten zur Entstehung von Anthocyan in den Blatteilen führte.

RAVAZ (22) stellte Versuche mit Weinstöcken an, indem er die Blattnerven durchschnitt, wodurch die ganze Blattpartie über der Schnittstelle eine rote Färbung erhielt.

LAURENT (14) ringelte einen Weinstock, und konnte in den Blättern oberhalb der Ringelstelle den roten Farbstoff entstehen lassen. SORAUER (28) erwies bei *Crataegus* die gleiche Erscheinung.

RAVAZ (22) konstatierte durch Ringelung oder Einschnürung bei Weinstöcken, dass derartige Anthocyanbildung in allen Blättern oberhalb der Ansatzstelle stattfand, und die roten Blätter immer einen grossen Überschuss an Kohlehydraten enthielten. Er wies ferner nach, dass alle oberhalb der Ringelstelle befindlichen Teile (sowohl des Stammes als auch der Blätter) sehr arm an Kalk und Magnesia waren. In neuerer Zeit beobachtete COMBES (3) bei mehreren Laubbäumen die Anthocyanbildung in Blättern infolge der Ringelung, und er wies auch nach, dass sich in diesen Blättern die organischen Substanzen anhäuften. SCHULTE (24) beobachtete

ähnliche Erscheinungen auch bei *Cornus alba* und *C. mas*. Bei unseren Ringelungsversuchen an *Cornus controversa* haben wir unsere Aufmerksamkeit auch auf diesen Punkte gelenkt, und von den Beobachtungen und Ergebnissen der Versuche soll gleich unten die Rede sein.

Bei den im Juli geringelten *Cornus*bäumen konnte ich schon nach anderthalb Monaten in den Blättern oberhalb der Ringelstelle Anthocyanbildung bemerken. Am schnellsten fand diese bei Rinde-Rg. statt, und zwar schon Anfang September, bei Holz-Rg. aber später.

Die Blätter der Rinde-Rg., in welchen Anthocyan entstand, enthielten Anfang September noch reichlich Chlorophyllfarbstoff und erschienen dunkelrötlich. Dann zeigten sie Mitte Oktober eine schöne tiefrote Farbe, in starkem Gegensatz zu den Blättern unterhalb der Ringelstelle, welche letztere im allgemeinen noch grün und frisch waren wie bei den intakten Bäumen (Tab. IV, V und XII–XIV).

Das Anthocyan trat zuerst an kleinen Zweigen, Blattstielen, dann zunächst an Blattnerven auf und schliesslich bildete es sich allmählich auf der ganzen Blattfläche.

Die Blätter von *Cornus controversa* zeigen gewöhnlich keine derartige schöne herbstliche Rotfärbung, sie werden nur gelblich, bräunlich oder mehr oder weniger rotbraun. Dagegen sind die Blätter bei den geringelten Exemplaren durch Anthocyanbildung stets rot und fallen im Laufe eines Monats von Mitte Oktober bis Mitte November ab. Bei den Kontrollbäumen bleiben die Blätter bis Anfang Dezember und enthalten noch Chlorophyllfarbstoff. Bei geringelten Bäumen zeigte sich die Anthocyanfärbung der Blätter vielfach nicht nur oberhalb der Ringelstelle, sondern auch unterhalb derselben.

Das Anthocyan ist in den Epidermiszellen nur an der Oberseite des Blattes (Blattstiele und Blattnerve ausgenommen) vorhanden. Im Palisadengewebe findet es sich am reichlichsten. Im Blattstiele und jungen Zweigen sieht man den Farbstoff reichlich im parenchymatischen Gewebe des Rindenteils und ferner in Markstrahlen, Markgrenze und Markzellen. Im Holzparenchym tritt er nur stellenweise auf (näheres Tab. 1).

TABELLE 1.

Die Lokalisation des Anthocyans in Blättern intakter und geringelter Bäume von *Cornus controversa*.

	Gewebe	Intakt	Geringelt
Mesophyll	Epidermis der Oberseite	kein Anthocyan	kein od. wenig A.
	Epidermis der Unterseite	„ „	kein A.*
	Palisadenparenchym	kein od. wenig A.	am deutlichsten
	Schwammparenchym	nicht nachweisbar	reichlich
Blattstiel	Epidermis	mehr oder weniger A.	sehr reich
	Rindenparenchym	kein A.	reich
	Holzparenchym	„	zerstreut liegend
	Markstrahlzelle	„	reich
	Mark	„	zerstreut liegend

Im nächsten Frühling wurden die Entfaltungsvorgänge der Blätter beobachtet.

Bei Holz-Rg. kamen die Blätter sehr spät zur Entfaltung und sahen gelblich aus, während sie bei Rinde-Rg. ihre normale Färbung zeigten. Die Blätter oberhalb der Ringelstelle, insbesondere bei Rinde-Rg., wurden infolge der Anthocyanbildung allmählich rot gefärbt, während sie unterhalb der Ringelstelle tief grün blieben. Nachdem Anfang Mai die oben genannten Blätter allmählich ihr Anthocyan verloren und eine grüne Färbung angenommen hatten, kam es auch vor, dass sie im Laufe der weiteren Entwicklung, also im Mai und Juni, sich wieder rot färbten (Tab. IX und XVI).

Gewöhnlich waren die Blätter bei Holz-Rg. ärmer an Chlorophyllfarbstoff und blieben gelblich. Die Blätter von Bäumen, welche im letzten Jahre Anthocyan aufwiesen, sahen im nächsten Jahre wieder rötlich aus, welkten frühzeitig und fielen Mitte September ab.

* Das Anthocyan ist immer reichlich in den Blattnervenepidermiszellen an der Unterseite der Blätter vorhanden.

Es muss bemerkt werden, dass bei *Cornus controversa*, je nach den verschiedenen Individuen das Anthocyyanbildungsvermögen nicht immer gleich ist.

Wie OVERTONS Versuche (19) mit verschiedenen Pflanzenarten deutlich zeigen, ist die Anthocyyanbildung in unserem Falle in erster Linie vom Zuckerreichtum in den Blättern abhängig.*

Es gibt vielleicht noch anderweitige Umstände, wie z. B. Wassermangel, die die Bildung jenes Farbstoffs begünstigen.

Da aber das Anthocyyan bei Rinde-Rg. stärker auftrat als bei Holz-Rg., so müssen die Bildungsbedingungen des Farbstoffs bei erster viel vorteilhafter gewesen sein als bei letzterer.

VI. Stoffanhäufung und Wanderung der Assimilate.

Die Verhältnisse der Wanderung der Assimilate (hier vornehmlich Stärke) in den Blättern unserer geringelten Versuchsbäume sowohl bei Tag als bei Nacht aufzuhellen, wurden die normalen Blätter von geringelten *Cornusbäumen* täglich einmal um 8 Uhr vormittags, oder täglich zweimal, um 8 Uhr vormittags und um 5 Uhr nachmittags, gesammelt, in Wasser von 100°C 10 Minuten lang gekocht, mit 70%igem Alkohol behandelt, und mittelst Jod-Jodkalilösung nach SACUS (23 a u. b) jeder Blattfarbenton mit der Skala verglichen, und auch gleichzeitig der mikroskopischen Untersuchung unterzogen.

Tab. XIX. zeigt das Wanderungsverhältnis der täglichen Assimilationsstärke in Blättern, die in verschiedenen Entfernungen an Zweigen oberhalb und unterhalb der Ringelstelle standen; die Skala der Stärkemenge ist durch die Zahlen 0–5 angegeben. Folgende Tab. 2. zeigt die Lokalisation der Stärke bei Rinde-Rg. und Holz-Rg., welche mit der von intakten Bäumen vergleichend untersucht wurde.

* Vergl. S. 29 u. 30.

TABELLE 2.

Lokalisation der Stärke im Blatte und Blattstiele
von *Cornus controversa*.Beobachtung 80 Tage nach der Operation, um 7 Uhr
vormittags, 11. Okt. 1912.

	Gewebe	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Blattstiel	Epidermis	keine Stärke	wenig St.	sehr wenig St.
	Rindenteil { Aussenseite	„	„	wenig
	{ Innenseite	„	grosse Körner reichlich	ziemlich reichlich
	Siebteil	„	wenig	keine
	Cambiumschicht	„	keine	„
	Holzparenchym	„	grosse Körner wenig	wenig
	Markstrahlen	kleine Körner ziemlich reichlich	grosse Körner sehr reichlich	sehr reichlich
	Markgrenze	keine od. wenig	kleine Körner reichlich	kleine Körner reichlich
	Mark	wenig	kleine Körner ziemlich reichlich	kleine Körner ziemlich reich, aber weniger als bei Rinde-Rg.
Mesophyll	Palisadenparenchym	keine od. wenig	sehr reichlich, am reichlichsten	ziemlich reich
	Schwammparenchym	keine	Körner grösser als bei Palisadenpar.	reichlich

Unsere diesbezüglichen Versuche ergeben Folgendes: Bei intakten Bäumen wurde die in den Blättern produzierte Stärke nachtüber selbstverständlich immer gänzlich entleert. Bei geringelten wurde die Stärke, wie schon früher bekannt, anfangs ziemlich gut umgewandelt und abgeleitet, später aber fand allmählich eine erhebliche Anhäufung statt. Die Stärkewanderung erfolgte bei Holz-Rg. zeitiger als bei Rinde-Rg. oder Halb-Rg., während Halb-Rg. und Durchbohr. sich wie intakte Bäume verhalten. Obige Tab. 2. zeigt den mikroskopischen Befund deutlich.

VII. Die Menge und Lokalisation der Reservestoffe.

Dass die Stoffwanderung infolge des Wegschneidens der Rinde oder des äusseren Splintholzteils gestört wird, ist durch die früheren

Untersuchungen von HABERLANDT (6), CHAUVEAUD (2), CZAPEK (4) u. a. lange bekannt. LECLERC DU SABLON (15) konstatierte, dass die Reservestoffe in der Nähe der Stammbasis der geringelten Bäume an der Wurzel reichlicher, am Stamme weniger reichlich sich fanden als bei den nicht geringelten Bäumen, und dass die Blätter der ersteren viel mehr Reservestoffe enthielten und weniger grün als die der letzteren erschienen. Da er seine Ringelungsoperation im Frühjahr zur Zeit des Austreibens machte, so wurde die Leitung der in den Wurzeln aufgespeicherten Reservestoffe durch die Stämme jenseit der Ringelstelle wahrscheinlich gehindert.

Ferner stellte derselbe Forscher fest, dass das Maximum der Reservestoffe in den Wurzeln und im Stamme bei Bäumen mit immergrünen Blättern gewöhnlich im Frühling, zur Zeit des Austreibens der neuen Knospen, und das Minimum erst im Sommer auftritt. Bei laubwerfenden Bäumen konstatierte er dagegen, dass das Maximum gegen den Spätherbst erreicht wird, weil bei letzteren im Winter nur unbedeutende Assimilation stattfindet und dadurch nur ganz wenig Reservestoffe aufgespeichert werden können.

Zum Zwecke der Erörterung der Frage, welche Eigentümlichkeiten geringelte *Cornusbäume* in der Stoffwanderung zeigen, haben wir die Lokalisation der in den Zweigen während des Winters aufgespeicherten Reservestoffe mikroskopisch verfolgt.

Als Untersuchungsobjekte benutzten wir wesentlich die 2-3-jährigen Triebe der geringelten *Cornusbäume* und wandten folgende Reagentien bei der Untersuchung an. Es wurden bestimmt:

Organische Stoffe.

Stärke: durch Jod-Jodkalilösung und Chloralhydrat-Jodlösung.

Reduzierender Zucker: Die MEYER-SCHIMPER'sche Methode wurde benutzt, gelegentlich führte ich auch MOLISCH'S Furfurolreaktion aus. Auch wurde SENFT'S Methode in folgender Weise mit Vorteil benutzt: Die Schnitte wurden in einem Gemisch von je einem Tropfen Phenylhydrazin und Natriumacetat, (je in 10%-iger

Glycerinlösung) entweder kalt oder besser auf dem Wasserbade eine halbe Stunde lang behandelt. Dabei wurden die Osazone in schönen Krystallnadelbüschen oder in Sphärokrystallen abgeschieden.

Dieses Verfahren ist von GRAFE* modifiziert worden.

Ich wandte aber hier die SENFT'sche originale Methode an.

Eiweisskörper: Biuretreaktion, MILLON'S Reagens, Xanthoproteinreaktion, ADAMKIEWICZ'sche Reaktion und ARNOLD'S Reaktion (1) wurden benutzt.

Fett und Öl: durch Sudan III. oder 1%ige Osmiumsäure.

Gerbstoff: Kaliumbichromatlösung und ätherische Lösung von Eisenchlorid wurden benutzt.

Anorganische Stoffe.

Kalium: Platinchlorwasserstofflösung wurde benutzt, dann mit absolutem Alkohol behandelt.

Magnesium: durch Ammoniumchlorid-Dinatriumphosphat-Ammoniak-Mischung.

Calcium: durch Ammoniumoxalatlösung oder Schwefelsäure.

Nitrat: durch Diphenylamin-Schwefelsäurelösung.

Phosphat: durch Magnesiumsulphat-Ammoniumchlorid-Ammoniak-Mischung; angewandt wurde auch Ammoniummolybdatlösung mit Salpetersäure.

Für anorganische Stoffe wurde die mikroskopische Analyse jedesmal sowohl am Schnitte des frischen Materials als auch mit der Asche vorgenommen. Alle Reagentien stammten aus MERCK'S Chemikalien, chemisch rein.“

Stärke.

Bei intakten Bäumen war Stärke an Aussen- und Innenseiten der Rinde, Markstrahlen und Markgrenze reichlich angehäuft, in der Mitte der Rinde und im Markteil ziemlich reichlich, stets in grösseren Körnern vorhanden, im Siebteil jedoch und in der Epidermis fand sich keine oder nur wenig Stärke als kleine Körper,

* Vgl. GRAFE, V.: Studien über den mikrochemischen Nachweis verschiedener Zuckerarten in den Pflanzengeweben mittelst der Phenylhydrazin-Methode. Sitzungsber. der Kais. Akad. d. Wiss. Mathem-Naturw. Klasse, 1905. Bd. CXIV, Abt. 1.

und in der Cambiumschicht fehlte sie vollständig. Im Holzparenchym lagen die Stärkekörner allgemein zerstreut.

Bei Rinde-Rg. war die Stärke in Rinde, Markstrahlen, Markgrenze, im Holzparenchym, sowie im Mark als grössere Körner sehr reichlich vorhanden, und fand sich auch in Epidermis, Siebteil und Cambium als kleinere Körner.

Der Stärkegehalt bei Holz-Rg. zeigte einen mittleren Grad zwischen intakten Bäumen und Rinde-Rg., die Lokalisation war fast dieselbe wie bei Rinde-Rg. Folgende Tab. 3. zeigt die Stärke-lokalisation in den Zweigen.

TABELLE 3.

Lokalisation der Stärke in Zweigen von *Cornus controversa*
während des Winters.

Beobachtung am 20. Dez. 1912.

	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Epidermis	fehlend od. wenige kleine Körner	wenige kleine Körner	fehlend od. wenige kleine Körner
Rinde {	Aussenseite reichlich	sehr reichlich	wenig
	Mittelseite wenige grosse Körner	reichliche grosse Körner	ziemlich reichlich
	Innenseite ziemlich reichlich	sehr reichlich	reichlich
Siebteil	fehlend	wenig	wenig
Cambium	fehlend	wenig kleine Körner	nicht nachweisbar
Markstrahlen	reichlich	sehr reichlich	reichlich
Holzparenchym	in der Nähe der Markstrahlen wenig	in der Nähe der Markstrahlen reichlich	in der Nähe der Markstrahlen ziemlich reichlich
Markgrenze	am reichlichsten unter allen Geweben, Körner sehr gross	am reichlichsten, Körner sehr gross	am reichlichsten unter allen Geweben, Körner gross
Mark	grosse Körner reichlich	grosse Körner, sehr reichlich	wie bei Rinde-Rg., aber weniger

Reduzierender Zucker.

Bei intakten Bäumen wurde Zucker in der Innenseite der Rinde, im Siebteil und in der Cambiumschicht reichlich auf-

gespeichert, aber in den Aussen- und Mittelteilen der Rinde, in den Markstrahlen, im Holzparenchym und im Mark war derselbe nur mehr oder weniger nachweisbar.

Bei Rinde-Rg. wurde der Zucker auch an den gleichen Stellen, wie bei intakten aufgespeichert, aber in sehr reichlicher Menge, ebenso bei Holz-Rg., nur war die Aufspeicherung geringer als bei Rinde-Rg.

In folgender Tab. 4. ist die Zuckerlokalisation zusammengestellt, und wir ersehen daraus, dass auch der Zuckergehalt wie die Stärke sich bei Rinde-Rg. am reichlichsten und weniger reichlich bei Holz-Rg. fand.

TABELLE 4.

Lokalisation des reduzierenden Zuckers in Zweigen von
Cornus controversa während des Winters.

Beobachtung am 25. Dez. 1912.

	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Epidermis	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
Rinde {	Aussenseite	„	manchmal nachweisbar
	Mittelseite	ziemlich reichlich	ziemlich nachweisbar
	Innenseite	nachweisbar	„
Siebteil	ziemlich reichlich	„	sehr reichlich
Cambium	am reichlichsten	am reichlichsten	„
Markstrahlen	ziemlich reichlich	ziemlich reichlich	„
Holzparenchym	manchmal nachweisbar	reichlich	manchmal nachweisbar
Markgrenze	„	„	„
Mark	nachweisbar	nachweisbar	„
	„	„	„

Eiweiss.

Bei der Prüfung auf Eiweiss fand sich bei *Cornus controversa*, dass Biuretreaktion ziemlich schwach, ADAMKIEWICZ'sche Reaktion

sehr deutlich und ARNOLD'sche Reaktion* ziemlich deutlich ausfiel, während MILLOX's Reaktion nur in der Weise, dass man die Schnitte in diesem verdünnten Reagenz einige Minuten kochte, deutlich auftrat.

Bei intakten Bäumen waren Eiweisskörper nur an der Innenseite der Rinde, im Siebteil und in der Cambiumschicht nachweisbar, aber an den Aussen- und Mittelteilen der Rinde, in den Markstrahlen, im Holzparenchym, in der Markgrenze und im Mark selbst waren solche nicht zu erweisen. Bei Rinde-Rg. waren dieselben wie bei intakten lokalisiert, jedoch ziemlich reichlicher vorhanden.

Bei Holz-Rg. waren Eiweisskörper reichlich aufgespeichert, besonders war dies an der Innenseite der Rinde, und in dem Siebteil am reichlichsten der Fall, im übrigen Rindenteil und in der Cambiumschicht mässig viel, in den Markstrahlen, in der Markgrenze und im Mark selbst auch nachweisbar. Somit steht das Eiweiss im Gegensatz zu Stärke und Zucker und findet sich ferner bei Holz-Rg. am reichlichsten gespeichert (Näheres siehe folgende Tab. 5).

TABELLE 5.

Lokalisation des Eiweisses in Zweigen von *Cornus controversa*
während des Winters.

Beobachtung am 27. Dez. 1912.

	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Epidermis	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
Rinde { Aussen- und Mittel- { seite	„	„	ziemlich reichlich
{ Innenseite	ziemlich nachweisbar	ziemlich reichlich	„
Siebteil	ziemlich reichlich	reichlich	sehr reichlich
Cambium	ziemlich nachweisbar	ziemlich reichlich	reichlich
Markstrahlen	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	ziemlich reichlich
Holzparenchym	„	nachweisbar	nur in der Nähe der Cambiumschicht nach- weisbar
Markgrenze	„	nicht nachweisbar	ziemlich nachweisbar
Mark	„	„	„

* ARNOLD erklärte, dass seine Reaktion wahrscheinlich vom Dasein der Cystein-Gruppe in Eiweisskörpern abhängt.

Fett und Öl.

Bei *Cornus*, die zu den sog. „Stärkebäumen“ gehört, fanden sich Fett und Öl nicht oder nur wenig.

Bei intakten Exemplaren kamen Fett und Öl während des Winters beinahe gar nicht zum Vorschein, aber bei geringelten (Rinde-Rg.) traten sie in der Cambiumschicht, im Siebteil und in der Markgrenze reichlich auf.

In der geringelten Strecke wurde eine weit grössere Menge nachgewiesen als bei den entsprechenden Stellen der nicht geringelten Exemplare. Tafel I. Fig. 8 und 9 zeigen die oben erwähnten Beziehungen in den betr. Geweben, besonders in Bezug auf Stärke, Fett und Öl.

Gerbstoff.

Der Gerbstoff trat reichlich in gewissen Zellen des Rinde- und Holzteils, der Epidermis, des Markteils und der Markstrahlen auf. Eine grosse Anhäufung fand bei Holz-Rg. statt, weniger deutlich bei Rinde-Rg. Somit war das Verhältnis wie bei der Anhäufung des Eiweisses.

KRIEG (12) zeigte, dass der Stärke- und Gerbstoffgehalt bei den geringelten Zweigen grösser war als bei den intakten, ferner, dass die beiden Stoffe sich fast immer in gleichen Gewebepartien befanden, also am reichlichsten oberhalb der Ringelstelle. Derartige Befunde stimmen mit denen unserer Versuche bei *Cornus* grossenteils überein. Nur muss hier gesagt werden, dass der Gerbstoff in den Zweigen, deren Blätter Anthocyan bildeten, immer in grosser Menge aufgespeichert war.

Anorganische Stoffe.

Die mikrochemischen Nachweise betreffs der Lokalisation der anorganischen Stoffe in den frischen Geweben der Zweige waren etwas schwieriger auszuführen als die der organischen Stoffe. Dies war besonders der Fall bei Kalium und Nitraten, während Magnesium, Calcium und Phosphate in der glühenden Asche der

Zweige sich sehr deutlich nachweisen liessen; Calcium fand sich als Calciumoxalatkrystalle in krystallführenden Zellen in grosser Menge aufgespeichert.

Calcium war bei Rinde-Rg. am reichlichsten vorhanden, weniger reichlich bei Holz-Rg. Ebenso war es im Callusgewebe und bei Rinde-Rg. auch im Rindenteile reichlich aufgespeichert.

Magnesium und Phosphat liessen sich in Rinde- und Siebteil nachweisen, und zwar reichlich bei Rinde-Rg.

Da die oben beschriebenen mikroskopischen Untersuchungen nur die Lokalisation und relativen Anhäufungen der Reservestoffe zeigen, so wurden die geringelten und intakten Zweige der quantitativen Analyse unterzogen.

Für diesen Zweck kamen etwa 3- od. 4-jährige Zweige, welche über der Ringelstelle standen, als Untersuchungsobjekte zur Anwendung.

Als Kontrollmaterial dienten die ebenso hoch stehenden Zweige des intakten Baumes. Alle diese Untersuchungsmaterialien wurden eingesammelt, als sich unsere Versuchsbäume in Winterruhe befanden und die grösste Menge Reservestoffe enthielten. Diese Zweige wurden samt der Rinde, dem Holzteil und Mark zu dünnen Streifen geschnitten und langsam bei 100°C getrocknet, dann zerkleinert und gepulvert. Das so bereitete Holzmehl wurde zuerst an der Luft, dann im Trockenschrank bei 105°C 5 Stunden lang getrocknet und zuletzt in den Exsiccator gelegt, bis das Gewicht sich konstant zeigte. Dieses Material wurde nun zu folgenden quantitativen Analysen verwendet.

Stärke: Im Autoklav verzuckert, dann nach ALLIHN'scher Gewichtsmethode bestimmt.

Reduzierender Zucker: Nach ALLIHN'scher Methode bestimmt.

Nicht reduzierender Zucker: Mittelst verdünnter Salzsäure hydrolisiert, dann nach ALLIHN'scher Methode bestimmt.

Ätherextrakt: Durch SOXHLETS Apparat bestimmt.

Eiweisskörper: Der Gesamtstickstoff nach DUMAS' Methode

bestimmt, und die gewonnene Zahl 6.25 mal genommen zeigt die Menge der gesamten Eiweisskörper.

Rohfaser: Nach HOLDEFLEISS' Methode bestimmt.

Gerbstoff: Nach der von SCHRÖDER modifizierten LÖWENTHAL'schen Methode, mittelst MERKS chemisch reinen Hautpulvers bestimmt.

Alle Bestimmungen wurden immer dreimal wiederholt. Um den Wassergehalt der Zweige genau zu bestimmen, habe ich das folgende Verfahren am geeignetsten gefunden. Jeder frische Zweig wurde schnell in kurze Stückchen geschnitten, sofort in eine Feuchtkammer gestellt, nachdem zuerst das Frischgewicht festgestellt war. Diese Stückchen wurden danach während 5 Tagen an der Luft, dann im Trockenschrank auf 105°C 10 Stunden lang aufbewahrt und schliesslich etwa 20 Tage über Schwefelsäure getrocknet. Um uns aber des vollständigen Austrocknens unseres Versuchsmaterials zu versichern, wurde es noch bei 105°C 10 Stunden lang getrocknet. Tab. 6. zeigt den Wassergehalt der Zweige des geringelten und intakten Baumes, und Tab. 7. den Reservestoffgehalt derselben.

TABELLE 6.

Trockensubstanz der Zweige von *Cornus controversa*
während des Winters.

Bestimmung am 8. Januar 1913.

	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Trockensubstanz %	48.05	50.66	52.50
Wassergehalt %	51.94	49.33	47.49

TABELLE 7.

Menge der Reservestoffe in Zweigen von *Cornus controversa*
während des Winters.

Zweige wurden am 8. Januar 1913 gesammelt.

Trockensubstanz = 100	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Stärke	10.53	18.41	14.50
nicht reduzierender Zucker	0.21	0.66	0.73
reduzierender Zucker	3.48	4.13	3.86
Eiweiss ($N \times 6.25$)	5.74	6.31	7.81
Ätherextrakt	1.07	1.12	0.95
Gerbstoff	1.12	1.83	2.63
Rohfaser	49.90	54.74	57.09
Aschenbestandteil	1.45	1.75	1.32

Die Mengenverhältnisse der verschiedenen Stoffe bei intakten und geringelten Bäumen sind wie folgt:

Wassergehalt:	Intakt > Rinde-Rg. > Holz-Rg.
Stärke:	Rinde-Rg. > Holz-Rg. > Intakt
Reduzierender Zucker:	Rinde-Rg. > Holz-Rg. > Intakt
Nicht reduzierender Zucker:	Holz-Rg. > Rinde-Rg. > Intakt
Ätherextrakt:	Rinde-Rg. > Intakt > Holz-Rg.
Eiweiss:	Holz-Rg. > Rinde-Rg. > Intakt
Rohfaser:	Holz-Rg. > Rinde-Rg. > Intakt
Gerbstoff:	Holz-Rg. > Rinde-Rg. > Intakt
Aschenbestandteil:	Rinde-Rg. > Intakt > Holz-Rg.

Wie man hieraus ersieht, hatte der Wassergehalt des Zweiges bei Holz-Rg. sehr abgenommen.

Die Reservestoffe, mit Ausnahme des Eiweisses und nicht reduzierenden Zuckers, waren hauptsächlich bei Holz-Rg. in auffälliger Menge vorhanden und bei Rinde-Rg. am reichlichsten angehäuft.

Ferner sehen wir, dass wichtige Reservestoffe bei Rinde-Rg. zur Anhäufung kommen, im Vergleich zur Holz-Rg. und intakten Bäumen.

Bei Rinde-Rg. führten die Blätter die Assimilationsfunktion ohne nennenswerte Beschädigung aus, und die Assimilate kamen in den Zweigen oberhalb der Ringelstelle deutlicher zur Anhäufung. Dagegen stellten die Blätter bei Holz-Rg. ihre Funktion infolge des starken Wassermangels schon zeitig ein, weshalb keine so beträchtliche Stoffanhäufung stattfand. In der Regel war die Reservestoffanhäufung in den Zweigen bei Halb-Rg. wie bei intakten Bäumen ein Beweis, dass bei ersteren die Assimilate durch den ungeringelt bleibenden Halbteil des Stammes an der Ringelstelle leicht abgeleitet werden konnten, während bei Totalringelung der Siebteil an der Ringelstelle gänzlich weggenommen und die Stoffleitungsfähigkeit nach unten dort gehindert wurde.

Ähnliche Versuche führte ich im selben Sommer (1912) an *Cryptomeria japonica* und *Prunus mutabilis* aus.

Diese geringelten Objekte (insbesondere Rinde-Rg.) wurden im nächsten Frühling über der Ringelstelle sehr reich an Reservestoffen gefunden und erlitten Bohrkäferfrass (Tafel II. Fig. 14), während eine solche Beschädigung bei den an derselben Stelle stehenden intakten, sowie halb-geringelten Bäumen nicht zu finden war.

VIII. Veränderung des Enzymgehalts in Blättern infolge der Ringelung.

Durch Wegnehmen der Rinde oder des äusseren Holzteils können Assimilate nicht über die Ringelstelle abwärts gehen. Dadurch werden nicht bloss die Assimilate angehäuft, sondern es kommen auch möglicherweise gewisse Enzyme zur Anhäufung.

Dass eine derartige Erscheinung bei der Schrumpfkrankheit des Maulbeerbaumes zu konstatieren ist, geht aus den Unter-

suchungen von MIYOSHI (17a,b), SHIBATA (27) und SUDZUKI (30) hervor. In den kranken Blättern fand sich eine erhebliche Menge von Diastase, sowie Oxydase, Peroxydase, Katalase und Eiweiss spaltende Enzyme. SHIBATA zeigte, dass die Oxydase keineswegs die Diastasewirkung in Blättern hemmt, und die abnorme Oxydasezunahme ein Symptom kranker Blätter sein kann. Um ähnliche Erscheinungen bei unserem Versuchsobjekt zu konstatieren, habe ich die geringelten und intakten *Cornusbäume* auf ihren Gehalt an Diastase, Oxydase und Peroxydase untersucht.

a) *Diastase.*

VERSUCH I.

Um den Diastasegehalt quantitativ zu vergleichen, wurden die Blätter der intakten und geringelten *Cornusbäume* am 20. Sept. 1912 in gleichmässiger Entfernung oberhalb und unterhalb der Ringelstelle gesammelt. 10 Gramm Frischgewicht der ausgewachsenen normalen Blätter wurden von ihren Mittelnerven befreit, und nachdem sie mit ein wenig Sand im Porzellanmörser zerrieben worden waren, wurden sie mit 75 ccm Wasser extrahiert, und durch Baumwolle filtriert. Je 5 ccm des Extrakts wurden nun mit 50 ccm 0.2%igem Stärkekleister gemischt und nach Zusatz von 2–3 Tropfen Toluol unter 20–22° C im ERLENMEYER'schen Kolben stehen gelassen, je 10 ccm des Kolbeninhalts wurden nach 24 Stunden und 48 Stunden auf den Zuckergehalt untersucht.

Die Versuchsergebnisse sind in unten stehender Tab. 8. zusammengefasst.

TABELLE 8.

Diastasegehalt der Blätter geringelter und durchbohrter resp.
intakter Bäume von *Cornus controversa*.

Bestimmung am 20. Sept. 1912.

Lage der Blätter			Reduzierte Menge FEHLING'scher Lösung		
			nach 24 Stunden	nach 48 Stunden	
Kontrolle	normale Blätter		0.57 cem	0.89 cem	} V
	alte Blätter		0.53 „	0.88 „	
Rinde-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	2.06 „	2.76 „	} V
		Mittelteil	0.86 „	1.98 „	
		Unterteil	0.34 „	1.27 „	
	Unterhalb der Ringelstelle		0.26 „	1.16 „	} V
Holz-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	0.86 „	1.33 „	} V
		Mittelteil	0.54 „	0.94 „	
		Unterteil	0.43 „	0.89 „	
	Unterhalb der Ringelstelle		0.30 „	0.70 „	} V
Rinde-Halb-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	0.53 „	0.94 „	} ^
		Unterteil	0.55 „	0.99 „	
Holz-Halb-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	0.67 „	1.37 „	} V
		Unterteil	0.60 „	1.33 „	
Durchbohr.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	0.70 „	1.05 „	} V
		Unterteil	0.51 „	1.01 „	

VERSUCH II.

Im nächsten Jahre, am 27. Mai 1913, wurden je 8 Gramm
Blattstücke mit 100 cem Wasser 24 Stunden lang extrahiert und je

15 cem des Extrakts mit 50 cem 0.3%igem Stärkekleister gemischt und bei 20°C stehen gelassen. Die Untersuchung von je 10 cem Kolbeninhalt auf den Zuckergehalt ergab die in untenstehender Tab. 9 aufgeführten Resultate.

TABELLE 9.

Diastasegehalt der Blätter geringelter resp. intakter
Bäume von *Cornus controversa*.
Bestimmung am 27. Mai 1913.

	Lage der Blätter		Reduzierte Menge FEHLING'scher Lösung nach 24 Stunden	
Kontrolle		Oberteil	0.60 cem	} (durchschnittlich) = 0.49 ₃
		Mittelteil	0.51 „	
		Unterteil	0.36 „	
Rinde-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	1.79 „	} = 1.42 ₃
		Mittelteil	1.49 „	
		Unterteil	0.99 „	
	Unterhalb der Ringelstelle		0.42 „	
Holz-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	0.37 „	} = 0.59 ₃
		Mittelteil	0.54 „	
		Unterteil	0.88 „	
	Unterhalb der Ringelstelle		0.47 „	

Aus den oben erwähnten Versuchen gelangen wir zu folgenden Schlüssen: Der Diastasegehalt der Blätter geringelter Objekte war erheblich grösser als derjenige der intakten; und zwar war er bei Rinde-Rg. 2–3.5 mal, bei Holz-Rg. 1–2 mal grösser als bei den intakten. Bei Halb-Rg. und Durchbohr. ist aber kein merklicher Unterschied im Vergleich mit den intakten.

Ferner war die Lage der Blätter von einiger Bedeutung; je höher die Lage, desto grösser der Diastasegehalt.

Diese Tatsache war bei Rinde-Rg. sehr auffallend; bei Holz-Rg. jedoch nur im ersten Stadium, indem in späteren Stadien die höher gelegenen Blätter einen weniger reichlichen Diastasegehalt aufwiesen.

Der Diastasegehalt der Blätter unterhalb der Ringelstelle war sowohl bei Rinde-Rg. als auch bei Holz-Rg. stets schwächer als der von Blättern intakter Bäume.

Ferner hatten die Anthocyan enthaltenden Blätter der intakten und geringelten Bäume eine grössere Menge Diastase und Zucker als grüne Blätter. (Siehe folgende zwei Tab. 10 und 11.)

TABELLE 10.

Diastasegehalt der grünen und anthocyanhaltigen roten
Blätter geringelter resp. intakter Bäume
von *Cornus controrersa*.

Bestimmung am 6. Okt. 1912.

	Blatt	reduzierte Menge der FEHLING'schen Lösung nach 24 Stunden
Kontrolle	grüne Blätter	0.54 ccm
	anthocyanhaltige Bl.	0.62 „
Rinde-Rg.	grüne Blätter	2.06 „
	anthocyanhaltige Bl.	2.41 „
Holz-Rg.	grüne Blätter	0.86 „
	anthocyanhaltige Bl.	1.32 „

TABELLE 11.

Menge des reduzierenden Zuckers in grünen und anthocyanhaltigen roten Blättern geringelter resp. intakter Bäume von *Cornus controversa*.
Bestimmung am 6. Okt. 1912.

	Blatt	Menge des Zuckers in 10 g Frischgewicht der Blätter
Kontrolle	grüne Blätter	0.10 g
	anthocyanhaltige Bl.	0.11 „
Rinde-Rg.	grüne Blätter	0.23 „
	anthocyanhaltige Bl.	0.26 „
Holz-Rg.	grüne Blätter	0.11 „
	anthocyanhaltige Bl.	0.14 „

Die Blätter, die oberhalb der Ringelstelle standen, hatten eine sehr reichliche Menge Zucker, und dies war besonders der Fall bei Rinde-Rg., weniger deutlich bei Holz-Rg. Bei Rinde-Rg. war der Zuckergehalt der Blätter über der Ringelstelle je nach der Höhe verschieden, je höher der Stand der Blätter bei Rinde.-Rg., desto grösser war der Zuckergehalt.

Dieser betrug bei Rinde-Rg. ca. 1.5–2 mal mehr als bei den intakten, während der Zuckergehalt der unterständigen Blätter des Versuchsobjekts viel geringer war als bei den intakten. Folgende Tab. 12 zeigt den Zuckergehalt der Blätter des geringelten, sowie des intakten Baumes.

TABELLE 12.

Menge des reduzierenden Zuckers der Blätter geringelter
und intakter Bäume von *Cornus controversa*.

Bestimmung um 10 Uhr vormittags am 8. Okt. 1912.

	Stand der Blätter		Gewichtsprozent des red. Zuckers in frischen Blättern	
Kontrolle		Oberteil	1.02	} (durchschnittlich) 1.02
		Mittelteil	0.92	
		Unterteil	1.10	
Rinde-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	2.33	} 2.07
		Mittelteil	2.10	
		Unterteil	1.86	
	Unterhalb der Ringelstelle		0.92	
Holz-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	1.29	} 1.07
		Mittelteil	1.09	
		Unterteil	0.87	
	Unterhalb der Ringelstelle		0.89	

Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Zunahme der Diastase mit der Stärkeanhäufung Hand in Hand geht. Hierzu liegt uns ein Beweis bei der Schrumpfkrankheit der Maulbeerbäume vor. Bei derartig erkrankten Bäumen hat MYOSHI gezeigt, dass ein reichliches Auftreten der Diastase in den Blättern der Stärkeanhäufung zuzuschreiben ist. Ähnlich scheint dies in unserem Falle zu sein, denn bei geringelten Bäumen wurde die Wanderungsfähigkeit der Assimilate gehindert und die daraus resultierende Stärkeanhäufung führte zu einer abnormen Zunahme des Diastasegehalts.

b) Oxydase.

10 Gramm Frischgewicht der Blätter, ohne Mittelnerven, wurden in üblicher Weise zerrieben, mit 100 ccm Wasser extrahiert, 3 Stunden lang ruhig stehen gelassen. Je 5 ccm der dekantierten Flüssigkeit in Probierröhren wurden nun mit 10 Tropfen 1%iger Guajakharztinktur behandelt, um nach 5 Minuten die Blaufarbtöne durch Hinzufügung von Alkohol zu vergleichen, Die Resultate sind in folgender Tab. 13 zusammengefasst.

TABELLE 13.

Oxydasegehalt der Blätter geringelter resp. intakter
Bäume von *Cornus controversa*.

Bestimmung am 2. Okt. 1912.

	Stand der Blätter		Guajakharzreaktion
Kontrolle		Oberteil	±
		Mittelteil	—
		Unterteil	—
Rinde-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	+
		Mittelteil	+
		Unterteil	+
	Unterhalb der Ringelstelle		±
Holz-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	++
		Mittelteil	++
		Unterteil	+
	Unterhalb der Ringelstelle		±

— nicht nachweisbar, ± sehr schwach, + schwach, ++ ziemlich deutlich.

Bei intakten *Cornus*bäumen war die Oxydasereaktion verhältnismässig undeutlich, bei geringelten, d. h. Holz- und Rinde-Rg., ziemlich deutlich, besonders bei der ersteren.

Die unterhalb der Ringelstelle stehenden Blätter, sowohl bei Holz-Rg. als auch bei Rinde-Rg., zeigten fast keine Verschiedenheit im Vergleich mit denen intakter Bäume.

Der Oxydasegehalt der über der Ringelstelle stehenden Blätter ändert sich nicht regelmässig nach dem Standort.

c) *Peroxydase.*

Je 10 Gramm Frischgewicht der Blätter, ohne Mittelnerven, üblicherweise zerreiben, mit 100 ccm Wasser extrahiert, 3 Stunden lang stehen gelassen und dann dekantiert. Je 10 ccm dieser Lösung wurden nun im Probierrohre auf Peroxydase untersucht.

Um die Oxydasewirkung möglichst zu zerstören, wurde die Probelösung zuerst bei 85°C 5 Minuten lang erhitzt. Nachdem sie sich abgekühlt hatte, wurden ihr 10 Tropfen 1%iger Guajakharztinktur und 10 Tropfen 2%iger Wasserstoffsuperoxydlösung zugesetzt, um nach 5 Minuten mittelst Alkohol die Blattfarbentöne miteinander zu vergleichen. Wie man aus folgender Tab. 14 sieht, war die Peroxydasereaktion bei *Cornus*bäumen, im Gegensatz zu Oxydase, deutlich nachzuweisen.

TABELLE 14.

Peroxydasegehalt der Blätter der geringelten resp. intakten Bäume von *Cornus controversa*.

Bestimmung am 2. Okt. 1912.

	Stand der Blätter	H ₂ O ₂ und Guajakharzreaktion
Kontrolle	Oberteil	++
	Mittelteil	+
	Unterteil	±

	Stand der Blätter		H ₂ O ₂ und Guajakharzreaktion
Rinde-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	+++
		Mitteil	++
		Unterteil	++
	Unterhalb der Ringelstelle		+
Holz-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	++++
		Mitteil	+++
		Unterteil	+++
	Unterhalb der Ringelstelle		±

± sehr schwach, + schwach, ++ deutlich usw.

Der Peroxydasegehalt der Blätter steht in demselben Verhältnis wie bei Oxydase, am reichlichsten bei Holz-Rg., weniger so bei Rinde-Rg., und am geringsten bei den intakten. Auch nahm der Peroxydasegehalt mit der Höhenlage der Blätter über der Ringelstelle zu.

Somit ergibt sich aus unseren Versuchen, dass bei den geringelten *Cornus*bäumen nicht bloss die Diastase, sondern auch Oxydase und Peroxydase im Vergleich zu intakten einen grösseren Gehalt aufweisen.

Wie in vielen anderen Fällen, so ist auch hier die Ursache der Zunahme der Oxydase und Peroxydase nicht klar und sie könnte wohl eine durch Ringelung hervorgerufene Reaktion sein.

X. Zusammenfassung.

Die wesentlichen Resultate der vorstehenden Arbeit lassen sich folgendermassen kurz zusammenfassen:

1. Die Leitung des Wassers im Stamme von *Cornus controversa* wurde durch Rinde-Rg. nur wenig, dagegen durch Holz-Rg. stark beeinträchtigt, Rinde- und Holz-Halb-Rg. und Durchbohrung verursachten beinahe keine Änderung.
2. An den Blättern der geringelten Bäume wurde eine ab-

norme Anthocyanbildung beobachtet, und zwar nicht nur an den Teilen über der Ringelstelle, sondern auch am unteren Teile.

3. An geringelten *Cornus*bäumen, besonders bei Holz-Rg., entfärbten sich die oberhalb der Ringelstelle befindlichen Blätter allmählich und fielen früher als bei intakten ab, indem sie die Trennungsschicht zeitiger aufbildeten, und die Assimilate wanderten nur unvollkommen aus.
4. Die Blätter bei geringelten Bäumen entfalteten sich im nächsten Frühjahr viel später als diejenigen der intakten und blieben kleiner an Gestalt und gelblicher in der Farbe. Die geringelten Exemplare blühten früher und reichlicher als die intakten. Die Fruchternte war bei geringelten auch bedeutend reichlicher als bei intakten.
5. An geringelten *Cornus*bäumen wurde adventive Sprossung aus dem Stamme gerade unter der Ringelstelle deutlich hervorgerufen, am meisten bei Holz-Rg., weniger bei Rinde-Rg.
6. Aus beiden Rändern der geringelten Stelle entwickelte sich Callusgewebe, und zwar am deutlichsten bei Rinde-Rg., schwächer bei Holz-Rg. Das Callus wurde am oberen Rande der Ringelstelle leichter entwickelt als am unteren, mit Ausnahme der Halb-Rg., wo das genannte Gewebe nicht nur am oberen und unteren Rande, sondern auch an beiden Seitenrändern gebildet wurde.
7. Während die adventive Sprossbildung dicht unter der Ringelstelle durch Polarität verursacht war, kam die stärkere Callusbildung am oberen Rande durch die reichlichere Stoffversorgung zu Stande.
8. Der Wassergehalt war in allen Blättern der geringelten Bäume anfänglich gleich, dann verminderte er sich allmählich von oben nach unten. Dies war besonders deutlich bei Holz-Rg., bei welcher die Blätter über der Ringelstelle bald vertrockneten.
9. In den Zweigen oberhalb der Ringelstelle häuften sich mehrere organische und anorganische Reservestoffe an.

Bei Rinde-Rg. waren nämlich Stärke, reduzierender Zucker, Ätherextrakt und Aschenbestandteile, und bei Holz-Rg. nicht reduzierender Zucker, Proteinstoffe, Rohfaser und Gerbstoff in grosser Menge vorhanden.

10. In den Blättern oberhalb der Ringelstelle wurden bei Rinde-Rg. immer reichliche Stärke und ein übermässig grosser Diastasegehalt nachgewiesen, jedoch weniger auffällig bei Holz-Rg.
11. Bei geringelten (besonders bei Rinde-Rg.) sowie intakten Bäumen war der Diastasegehalt in anthocyanhaltigen Blättern stets grösser als in grünen.
12. Die anthocyanhaltigen Blätter enthielten reduzierenden Zucker immer reichlicher als die grünen.
13. Neben Diastase waren Oxydase und Peroxydase übermässig in Blättern der geringelten Bäume vorhanden.
14. Bei Halb-Rg. war keine der oben genannten Erscheinungen zu konstatieren.
15. Sehr charakteristisch zeigten geringelte *Cryptomeria japonica* und *Prunus mutabilis* in allen ihren Zweigen sowie in den Stämmen oberhalb der Ringelstelle auffallende Bohrkäferfrassgänge, während unterhalb der Ringelstelle solche sich nicht finden liessen.
Diese Erscheinungen wurden besonders deutlich bei Rinde-Rg. beobachtet.

Tokyo, Juni 1913.

Literaturverzeichnis.

- 1) **Arnold, V.**, Eine Farbenreaktion von Eiweisskörpern mit Nitroprussid-natrium. *Ztschr. f. physiol. Chemie.* 1911, Bd. LXX, S. 300.
- 2) **Chauveaud, M.G.**, Sur le rôle des tubes cribles. *Rev. gen. d. bot.* 1897, Bd. IX, p. 427.
- 3) **Combes, R.**, Formation de pigments anthocyaniques déterminée dans les feuilles par la decortication annulaire des tiges. *Ann. sc. nat. 9e Serie. Bot.* XVI, p. 1, 1912.
- 4) **Czapeck, Fr.**, Über die Leitungsgewebe der organischen Faustoffe im Pflanzenkörper. *Bot. Centrbl.* 1897, Bd. LXIX, S. 317.
- 5) **Daniel, L.**, Effets de la decortication annulaire chez quelques plantes herbacees. *Compt. rend. Paris.* 1900, Bd. CXXXI, p. 1253.
- 6) **Detmer, W.**, Pflanzenphysiologisches Prakticum. 2. Aufl. 1895. S. 293.
- 7) **Fischer, A.**, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. *Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot.* 1891, Bd. XXII, S. 73.
- 8) **Hanstein, J.**, Versuche über die Leitung des Saftes durch Rinde und Folgerung daraus. *Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot.* 1860, Bd. II, S. 393.
- 9) **Haberlandt, G.**, Physiologische Pflanzenanatomie. 3. Aufl. 1904, S. 307.
- 10) **Hartig, Th.**, Über die Bewegung des Saftes in den Holzpflanzen. *Bot. Ztg.* 1858, Bd. XVI, S. 329.
- 11) **Hedrick, T. u. W.**, Ringing herbaceous plants. *Arb. d. landwirtsch. Versuchsstation des Staates New York zu Geneva. Bull. No. 288,* 1906, S. 1.
- 12) **Krieg, A.**, Beiträge zur Kenntnis des Callus und Wundholzes geringelter Zweige und deren histologische Veränderungen. 1908. (Ref. in **Just's** Jahresb. 1909. Bd. XXXVII, 1, S. 750.)
- 13) **Küster, E.**, Pathologische Pflanzenanatomie. 1903, S. 39 u. 58.
- 14) **Laurent, E.**, Influence de la radiation sur la coloration des raisins. *Comp. rend. Soc. Roy. Bot. Belgique,* 1890 T. XXIX, 2, p. 71-231. (Ref. in **Just's** Jahrb. 1890, Bd. XVIII, 1, S. 94.)
- 15) **Leclerc du Sablon**, Recherches physiologiques sur les matières de reserves des arbres. *Revue generale de Bot. t. XVIII,* 1906, p. 5 und p. 82.
- 16) **Malpighi, M.**, *Anatomia plantarum.* 1679. (**Ostwalds** Klassiker d. Nr. 120. S. 118 u. 119.)
- 17a) **Miyoshi, M.**, Berichte über die Schrumpfkrankheit des Maulbeerbaumes. 1901, Bd. V. p. 465 (Japanisch).
- 17b) **Do.** — Untersuchungen über die Schrumpfkrankheit (Ishikubyō) des Maulbeerbaumes. *Journ. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo.* 1901, Vol. XV. S. 459.
- 17c) **Do.** — Über die Herbst- und Trockenröte der Laubblätter. *Journ. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo.* 1909, Vol. XXVII, Art. 2.
- 18) **Mobius, M.**, Historisches über die Ringelungsversuche. *Beih. z. Bot. Centrbl.* 1907. Bd. XXI, Abt. 1, S. 42.

- 19) **Overton, E.**, Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rotem Zellsaft bei Pflanzen. Pringsh. Jahr. f. wiss. Bot. 1899, Bd. XXXIII, S. 171.
 - 20) **Pfeffer, W.**, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1904, Bd. I, S. 324.
 - 21) **Poddock, W.**, Experiments in ringing grape vines. New York Agric. Exp. Stat. Bull. 1898, No. 151.
 - 22) **Ravaz, L. et Roos, L.**, Sur le rougeot de la vigne. Compt. rend. 1905, CXLI, p. 366.
 - 23a) **Sachs, J.**, Experimentalphysiologie der Pflanzen. 1865, S. 320.
 - 23b) **Do. —**, Vorlesung über Pflanzenphysiologie, 1882, S. 373.
 - 24) **Schulte, W.**, Über die Wirkungen der Ringelung an Blättern. Inaugural-Dissertation Göttingen, 1912.
 - 25) **Senft, E.**, Über den mikroskopischen Zuckernachweis durch essigsaures Phenylhydrazin. Sitzungsber. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math. nat. Klasse, 1904, Bd. CXIII, Abt. 1. S. 3.
 - 26) **Schimper, A.F.W.**, Über Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern. Bot. Ztg. 1885, 43. Jahrgang. S. 736, 753, u. 761.
 - 27) **Shibata, K.**, Die Enzymbildung bei der Schrumpfkrankheit der Maulbeerbäume (Japanisch). Bot. Mag. Tokyo. 1903, Bd. XVII, p. 157.
 - 28) **Sorauer, P.**, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 3. Aufl. 1909, Bd. I, S. 125 u. 503.
 - 29) **Strasburger, E.**, Über den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen. 1891. S. 286.
 - 30) **Sudzuki, U.**, Chemische und physiologische Studien über die Schrumpfkrankheit des Maulbeerbaumes, eine in Japan sehr weit verbreitete Krankheit. Zeitschr. Pflanzenkrh. 1902, Bd. XII, S. 203.
 - 31) **Tittmann, H.**, Physiologische Untersuchungen über Callusbildung an Stecklingen holziger Gewächse. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. 1895, Bd. XXVII, S. 164.
 - 32) **Trécul, M.A.**, L'influence des cortications annulaires sur la végétation des arbres dicotylédons. Ann. d. sc. nat., IV. Serie, t. III, Bot. 1855, p. 341.
 - 33a) **Ursprung, A.**, Untersuchungen über die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen. Beih. z. Bot. Centrbl. 1904, Bd. XVIII, Abt. 1. Heft, 1, S. 1.
 - 33b) **Do. —**, Beteiligung der lebenden Zellen am Saftsteigen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1906, Bd. XLII, Heft, 4, S. 503.
 - 33c) **Do. —**, Abtötung und Ringelungsversuche an einigen Holzpflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1907, Bd. XLIV, S. 287.
-

Inhaltsverzeichnis.

I.	Einleitung.	1
II.	Methodisches und Untersuchungsmaterial.	4
III.	Äussere Veränderungen geringelter Bäume.	5
IV.	Relativer Wassergehalt der Blätter geringelter resp. intakter Bäume ...	8
V.	Anthocyanbildung infolge der Ringelung.	10
VI.	Stoffanhäufung und Wanderung der Assimilate.	13
VII.	Menge und Lokalisation der Reservestoffe.	14
VIII.	Veränderung des Enzymegehalts in Blättern infolge der Ringelung. ...	24
	a) Diastase.	25
	b) Oxydase.	31
	c) Peroxydase.... ..	32
IX.	Zusammenfassung.	33
	Literaturverzeichnis.... ..	36

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

- Fig. 1.** Ein tief geringelter Stamm (Holz-Rg.) von *Firminia platanifolia*. Keine Callusbildung. $\times \frac{2}{3}$.
- Fig. 2.** Ein tief geringelter Stamm (Holz-Rg.) von *Pinus densiflora*. Callusbildung am oberen Rande. Der Dickenzuwachs über der Ringelstelle 6 cm unterhalb derselben nur 2.5 cm. $\times \frac{2}{3}$.
- Fig. 3.** Ein geringelter Stamm (Rinde-Rg.) von *Firminia platanifolia*. Callusbildung am oberen Rande. $\times \frac{1}{3}$.
- Fig. 4.** Ein tief geringelter Stamm (Holz-Rg.) von *Cornus controversa*. Keine Callusbildung. $\times \frac{1}{3}$.
- Fig. 5.** Ein geringelter Zweig (Rinde-Rg.) von *Cornus controversa*. Callusbildung am oberen Rande. $\times \frac{1}{2}$.
- Fig. 6.** Ein geringelter Stamm (Rinde-Rg.) von *Pirus sinensis*. Callusbildung am oberen Rande. $\times \frac{1}{3}$.
- Fig. 7.** Längsschnitt des Wundholzes im Callusgewebe von *Cornus controversa*. Stärkeanhäufung in Wundholzparenchymzellen. $\times 195$.
- Fig. 8.** Radialer Längsschnitt des inneren Splintholzes an der Ringelstelle (Rinde-Rg.) von *Cornus controversa*. Stärkekörner und Ölkugeln im Holzparenchym. $\times 195$.
- Fig. 9.** Radialer Längsschnitt des äusseren Splintholzes an der Ringelstelle (Rinde-Rg.) von *Cornus controversa*. Stärke und andere Reservestoffe nicht nachweisbar. $\times 195$.
- Fig. 10.** Radialer Längsschnitt des Randes der geringelten Strecke (Rinde-Rg.) von *Cornus controversa*. $\times 50$.
- w. Wundgewebe.
s. Schnitttrand der Ringelstelle.
b. Bastbündel.
h. Holzteil.

Tafel II.

- Fig. 11.** Zwei halb-geringelte Stämme von *Cornus controversa*. $\times \frac{2}{13}$.
links: Holz-Halb-Rg.
rechts: Rinde-Halb-Rg.
- Fig. 12.** Das Callusgewebe am oberen Rande der geringelten Strecke. (Rinde-Rg.) von *Cornus controversa*. Stärke in der Rinde und dem Holzteil, mittelst Jodlösung gefärbt (schwarze Teile). $\times 60$.
- k. Korkschicht.
r. Rindenteil.
c. Cambiumschicht.
wh. Wundholzteil.
sc. Sclerenchymzellen.

- Fig. 13.** Ein geringelter junger Stamm (Rinde-Rg.) von *Pirus sinensis*, in voller Blüte oberhalb der Ringelstelle.
- Fig. 14.** Geringelte Stämme (Rinde-Rg.) von *Cryptomeria japonica*. $\times 4$. Die Frassgänge des Bohrkäfers sind nur oberhalb der Ringelstelle zu sehen.
- A. derselbe ; ganze Rinde geschält.
 - B. derselbe ; zahlreiche Löcher an Stammoberfläche.

TABELLE I.

Hauptstämme von *Cornus controversa* 20.–23. Juli 1912.

		Operationsdatum	Umkreis der Stammbasis	Baumhöhe	Entfernung der ger. Strecke vom Boden
Kontrollbäume	Nr. 1		45 cm	7.5 m	
	Nr. 2		59 „	9.0 „	
Rinde-Rg.	Nr. 1	23. Juli 1912	38 „	6.0 „	3 m
	Nr. 2		28 „	6.0 „	3 „
	Nr. 3		68 „	9.5 „	$\frac{1}{2}$ „
	Nr. 4	20. Juli „	15 „	4.5 „	$\frac{1}{2}$ „
	Nr. 5		32 „	6.0 „	$\frac{1}{2}$ „
Holz-Rg.	Nr. 1	20. Juli „	31 „	6.0 „	3 „
	Nr. 2	23. Juli „	30 „	6.0 „	3 „
	Nr. 3		37 „	6.5 „	$\frac{1}{2}$ „
	Nr. 4		49 „	7.5 „	$\frac{1}{2}$ „
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	22. Juli „	30 „	6.0 „	3 „
	Nr. 2		49 „	8.5 „	$\frac{1}{2}$ „
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	22. Juli „	30 „	6.0 „	3 „
	Nr. 2		43 „	7.5 „	$\frac{1}{2}$ „
Durchbohr.	Nr. 1	22. Juli „	73 „	10.5 „	1 „
	Nr. 2		38 „	7.0 „	1 „

Breite der Ringelstelle ist ca. 5 cm in jedem Stamme.

TABELLE II.

Beobachtung nach 10 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungsdatum	Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2				} dunkelgrün	} Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	} 2. Aug. 1912 30. Juli „	} an oberem Rande wenig	3	} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2			2		
	Nr. 3			0		
	Nr. 4			0		
	Nr. 5			0		
Holz-Rg.	Nr. 1	30. Juli „	} keine	4	} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2	} 2. Aug. „		3		
	Nr. 3			3		} einige Blätter welk
	Nr. 4			1		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} 1. Aug. „	} an oberem Rande wenig	2	} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2			2		
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	} 1. Aug. „	} keine	2	} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2			2		
Durchbohr.	Nr. 1	} 1. Aug. „	} keine	0	} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2			0		

TABELLE III.

Beobachtung nach 30 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungs- datum	Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der ger. Strecke	Blattfarbenton	Bemerkungen	
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2				dunkelgrün	Blätter frisch	
Rinde-Rg.	Nr. 1	22. Aug. 1912	an oberem Rande stark, an unterem Rande schwach	11	wenige Blätter etwas hellgrün	Blätter frisch, Blattspitze ziemlich rötlich gefärbt	
	Nr. 2			5			
	Nr. 3			0			
	Nr. 4	19. Aug. „		3	etwas gelblich grün		
	Nr. 5	0					
Holz-Rg.	Nr. 1	19. Aug. „	keine	23	gelblich grün	Blätter ziemlich welk	
	Nr. 2	22. Aug. „		20			
	Nr. 3			21		Blätter welk	
	Nr. 4			5			
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	21. Aug. „	an oberem und Seiten- rande sehr stark	7	dunkelgrün	Blätter frisch	
	Nr. 2			9			
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	21. Aug. „	an Seiten- rändern stark, am oberen und unteren schwach	4	dunkelgrün	Blätter frisch	
	Nr. 2			4			
Durchbohr.	Nr. 1	21. Aug. „	am Umkreis der Löcher stark	0	dunkelgrün	Blätter frisch	
	Nr. 2			0			

TABELLE IV.

Beobachtung nach 50 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungs- datum	Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2				dunkelgrün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	11. Sept. 1912	wie TAB. III.	11	wenige Bl. rötlich	Blätter ziemlich welk
	Nr. 2		„	4	gelblich grün wenige Bl. rötlich grün	
	Nr. 3		„	0		
	Nr. 4	8. Sept. „	„	5		wenige Bl. rötlich	Blätter frisch
	Nr. 5		„	0		
Holz-Rg.	Nr. 1	8. Sept. „	„	26	gelblich grün gelblich grün, wenige Bl. ziemlich rötlich	Blätter welk
	Nr. 2	11. Sept. „	„	23		
	Nr. 3		„	22		Blätter stark welk
	Nr. 4		„	14		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	10. Sept. „	„	9	tief grün	Blätter frisch
	Nr. 2			12		
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	10. Sept. „	„	4	tief grün	Blätter ziemlich welk
	Nr. 2			4		
Durchbohr.	Nr. 1	10. Sept. „	„	0	tief grün	Blätter frisch
	Nr. 2			0		

TABELLE V.

Beobachtung nach 80 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungs- datum	Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2				} tief grün	} Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	11. Okt. 1912	an oberem Rande stark, an unterem schwach entwickelt	11	ganz hellrot, die unterhalb der ger. Strecke stehenden Blätter noch grün	Die an Krone stehenden Blätter fielen ab, junge Bl. krümmig und welk. Die unterhalb der Ringelstelle stehenden Bl. frisch
	Nr. 2			4	} dunkelrot	Wie Nr. 1, doch die unterhalb der Ringelstelle stehenden Bl. ziemlich rötlich
	Nr. 3			0		
	Nr. 4	8. Okt. „		6	hellrot und grün	Die Bl. unterhalb der Ringelstelle rötlich, viele Bl. fielen von oben nach unten ab
	Nr. 5			0	ziemlich hellrot viele Blätter grün	Blätter welk und gros- senteils von oben nach unten abgefallen
Holz-Rg.	Nr. 1	8. Okt. „	keine Callus- bildung	30	ganz gelblich, die unterhalb der ger. Strecke stehenden Blätter grün	Blätter welk, dürr und zum grossen Teile abge- fallen. Die unter der ger. Strecke stehenden Bl. frisch
	Nr. 2	11. Okt. „		26	gelblich grün	Blätter welk, krümmig und zum grossen Teile abgefallen, die unter der Ringelstelle stehenden Bl. frisch
	Nr. 3			23	rötlich	Blätter dürr und viele abgefallen
	Nr. 4			ziemlich wenig an oberen Rande	16	rötlich und gelblich	Blätter dürr
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	10. Okt. „	an Seiten- rändern stark, am oberen stärker als am unteren	9	} grünlich gelb od. gelblich grün	} wenige Bl. abgefallen, Mehrzahl ganz frisch Blätter frisch
	Nr. 2			14		
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	10. Okt. „	am oberen Rande schwach entwickelt	5	} gelblich grün	} Blätter welk
	Nr. 2			5		
Durchbohr.	Nr. 1	10. Okt. „	aus Umkreis der Löcher stark entwickelt und einige ver- stopft	0	} grün	} Blätter frisch
	Nr. 2			0		

TABELLE VI.

Beobachtung nach 100 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungs- datum	Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2				} grün	Alle Bl. bis 30. Nov. abgefallen
Rinde-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3 Nr. 4 Nr. 5	31. Okt. 1912 28. Okt. „	} wie TAB. V.	11 4 0 6 0	} Die an Unterseite der ger. Strecke stehenden Bl. grün.	} Bis zum 20. Okt. wur- den alle Bl. sehr rötlich, und fielen dann ganz bis 30. Okt. ab Alle Bl. fielen bis 25. Okt. ab
Holz-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3 Nr. 4	28. Okt. „ 31. Okt. „	} keine	30 20 23 23	— — — —	} Bl. fielen bis 15. Okt. ab. Die unter der ger. Strecke stehenden Bl. fielen bis 2. Nov. ab Bl. fielen bis 20. Okt. ab
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	30. Okt. „	} wie TAB. V.	9 14	} gelblich grün	} Bl. fielen bis 20. Nov. ab, ohne Anthocyانبildung
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	30. Okt. „	} „	15 6	} gelblich grün	} Bl. fielen bis 15. Nov. ab, ohne Anthocyانبildung
Durchbohr.	Nr. 1 Nr. 2	30. Okt. „	} „	0 0	} grün	} Bl. fielen bis 30. Nov. ab

TABELLE VII.

Beobachtung nach 230 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungs- datum	Zeit, in welcher der Blutungssaft aus der Ringelstelle aus- zufliessen begann	Zustand der Ränder der Ringelstelle	Zustand an nackter Holzoberfläche der Ringelstelle
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2		— —	— —	— —
Rinde-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3 Nr. 4 Nr. 5	10. März 1912 7. März „	} Die Ringelstelle von Callus bedeckt, kein Blutungssaft ausgeflossen	} trocken	} ziemlich nass trocken ziemlich nass trocken
Holz-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3 Nr. 4	7. März „ 10. März „	} 8. März 5. März 6. März	nass ziemlich nass } nass	nass trocken } nass
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	9. März „	} Die Ringelstelle von Callus bedeckt, kein Saft ausgeflossen	} trocken	} trocken
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	9. März „	6. März 8. März	} Saft in Menge geflossen	ziemlich nass trocken
Durchbohr.	Nr. 1 Nr. 2	9. März „	9. März	} Saft in Menge geflossen	— —

TABELLE VIII.

Beobachtung nach 250 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobach- tungsdatum	Blutungssaft	Austreiben der Knospen des ganzen Baumes	Austreiben der adventiven Knospen unter der Ringelstelle	Bemerkungen
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2			} noch nicht ausgetrieben		
Rinde-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	30. März 1913	die Schnitträn- der mit Callus über deckt, kein Ausfliessen des Saftes	} noch nicht aus- getrieben mit Ausnahme des Kronenteils ziemlich ausge- trieben	nicht aus- getrieben ausgetrieben	} die über der ger. Strecke unten stehenden Knospen ausge- trieben
	Nr. 3				} wenige Knospen ausgetrieben	
	Nr. 4 Nr. 5	27. März „		} ausgetrieben nicht ausge- trieben	} ausgetrieben	
Holz-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	27. März „	} in Menge aus- beiden Rändern ausgeflossen	} nicht ausge- trieben wenig ausge- trieben	} wohl ausgetrieben	} Knospen unterhalb der ger. Strecke schon ausgetrieben
	Nr. 3					
	Nr. 4	30. März „	} wenig ausge- flossen in Menge ausge- flossen	} ausgetrieben noch nicht ausgetrieben	} ausgetrieben	
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	29. März „	} nicht ausgeflossen	} noch nicht ausgetrieben	} ausgetrieben	} Knospen unterhalb der ger. Strecke schon ausgetrieben
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	29. März „	} geringelte Stre- cke wenig nass in Menge ausge- flossen	} noch nicht ausgetrieben	} ausgetrieben	} Knospen unterhalb der ger. Strecke; schon ausgetrieben
Durchbohr.	Nr. 1 Nr. 2	29. März „	} ausgeflossen	} noch nicht ausgetrieben		

TABELLE IX.

Beobachtung nach 300 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobach- tungsdatum	Blütezeit	Callusbildung	Zahl der gesamten adven- tiven Knospen	Dickenzuwachs* der oberen und unteren Seite der Ringelstelle		Bemerkungen
						oben	unten	
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2		im höch- sten Grade geblüht					} Blätter tief grün frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3 Nr. 4 Nr. 5	19. Mai 1913	} vorüber	} an oberem Rande	18	32.5 cm	32.0 cm		} Blätter hellgrün, frisch. Sie verloren einmal Knospen- anthocyan, doch bildeten sie es nach völligem Austreiben wieder und wurden sehr rötlich
	15				19.5 "	18.5 "		
	7	60.5 "		60.0 "				
	5	14.0 "		12.0 "				
	12	28.0 "		27.0 "				
Holz-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3 Nr. 4	16. Mai "	} noch nicht geblüht	} wenig am oberen Rande	35	21.0 "	21.5 "	} Blätter bildeten wenig Anthocyan, mangelten an Chlorophyll und schrumpften. Blattgestalt sehr klein
	19. Mai "	} keine			30	20.0 "	20.5 "	
	24			33.5 "	33.5 "			
	9	46.5 "		46.0 "				
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	18. Mai "	} wie Kontrolle	} am stärksten an Seiten- rändern, nächst an oberem Rande gebildet	12	20.0 "	20.0 "	} Blätter tief grün frisch
	12				46.5 "	46.0 "		
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	18. Mai "	} wie Kontrolle	} weniger als Rinde-Halb- Rg.	13	19.5 "	19.5 "	} Blätter tief grün frisch
	18				37.5 "	37.5 "		
Durchbohr.	Nr. 1 Nr. 2	18. Mai "	} wie Kontrolle	} die Löcher zum grossen Teil verstopft	0	65.0 "	65.0 "	} Blätter tief grün frisch
	0				34.5 "	34.0 "		

* Relativer Dickenzuwachs zwischen oberhalb und unterhalb der Ringelstelle wurde ca. 3 cm von jedem Rande entfernt gemessen.

TABELLE X.

Zweige von *Cornus controversa*. Beobachtung am 22. Juli 1912.

		Operationsdatum	Umkreis der Zweige	Länge der Zweige
Kontrolle	Nr. 1	22. Juli 1912		1.7 m.
	Nr. 2	„		2.6 „
Rinde-Rg.	Nr. 1	„	4.0 cm	1.0 „
	Nr. 2	„	4.5 „	1.3 „
	Nr. 3	„	6.3 „	2.4 „
	Nr. 4	„	4.0 „	1.5 „
Holz-Rg.	Nr. 1	„	5.0 „	2.0 „
	Nr. 2	„	4.0 „	1.5 „
	Nr. 3	„	6.3 „	2.6 „
	Nr. 4	„	5.2 „	2.1 „
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	„	4.6 „	1.5 „
	Nr. 2	„	4.7 „	2.0 „
	Nr. 3	„	4.0 „	1.0 „
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	„	4.2 „	1.2 „
	Nr. 2	„	4.5 „	1.3 „
	Nr. 3	„	5.0 „	1.7 „

Breite der Ringelstelle=3 cm.

TABELLE XI.

Beobachtung nach 10 Tagen, am 6. Aug. 1912. *Cornus*-Zweige.

		Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle				tief grün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	} nur am oberen Rande wenig	1	} tief grün	} Blätter frisch
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		0		
	Nr. 4		1		
Holz-Rg.	Nr. 1	} keine	1	} tief grün, wenige Blätter ziemlich gelblich	} wenige Blätter welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		1		
	Nr. 4		1		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} am oberen u. Seitenrändern wenig	0	} tief grün	} Blätter frisch
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		0		
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	} an Seitenrändern wenig	0	} tief grün	} Blätter frisch
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		0		

TABELLE XII.

Beobachtung nach 30 Tagen, am 26. Aug. 1912. *Cornus*-Zweige.

		Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle				tief grün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	} an oberem Rande deutlich, an unterem schwach	1	} gelblich grün, mehrere Blätter hellrot, andere gelblich grün	} mehrere Blätter ziemlich welk
	Nr. 2		1		
	Nr. 3		0		
	Nr. 4		1		
Holz-Rg.	Nr. 1	} keine	1	} gelblich grün	} mehrere Blätter welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		1		
	Nr. 4		1		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} an oberem Rande deutlich, an unterem schwach, an beiden Seitenrändern am deutlichsten	0	} wenige Blätter gelblich grün tief grün	} wenige Blätter welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		2		
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	} an oberem und unterem Rande schwach, an beiden Seitenrändern ziemlich merklich	0	} wenige Blätter grünlich gelb	} wenige Blätter welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		1		

TABELLE XIII.

Beobachtung nach 50 Tagen, am 15. Sept. 1912. *Cornus*-Zweige.

		Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle				tief grün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	} am oberen Rande deutlicher als am unteren	1	} rötlich hellrot	} Blätter ziemlich welk
	Nr. 2		1		
	Nr. 3		0		
	Nr. 4		1		
Holz-Rg.	Nr. 1	} keine	3	} grünlich gelb grünlich gelb, wenige rötlich grünlich gelb	} Blätter welk od. dürr
	Nr. 2		2		
	Nr. 3		3		
	Nr. 4		1		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} am oberen Rande deutlich, am unteren schwach, an beiden Seitenrändern am deutlichsten	0	} gelblich grün grün	} Blätter ziemlich welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		2		
Holz-Halb-Rg. :	Nr. 1	} wie Rinde-Halb-Rg. aber weniger	0	} ziemlich grünlich gelb	} Blätter welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		1		

TABELLE XIV.

Beobachtung nach 80 Tagen, am 15. Okt. 1912. *Cornus*-Zweige.

		Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle				tief grün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	} am oberen Rande sehr stark, am unteren ziemlich schwächer	1	} sehr rötlich	} wenige Blätter abfallend
	Nr. 2		1		
	Nr. 3		0		
	Nr. 4		1		
Holz-Rg.	Nr. 1	} am oberen Rande ziemlich deutlicher als am unteren, aber allgemein sehr arm	5	} grünlich gelb hellrot	} Blätter nach Operation bis 1.-5. Aug. ganz abfallend
	Nr. 2		4		
	Nr. 3		5		
	Nr. 4		3		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} an beiden Seitenrändern am stärksten und am oberen deutlicher als am unteren	0	gelblich	} mehrere Blätter welk
	Nr. 2		0	gelblich grün	
	Nr. 3		0	gelblich	
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	} wie Rinde-Halb-Rg. aber schwächer	0	gelblich grün	} mehrere Blätter sehr welk
	Nr. 2		1	} gelblich	
	Nr. 3		1		

TABELLE XV.

Beobachtung nach 250 Tagen, am 3. April 1913. *Cornus*-Zweige.

		Blutungssaft	Austreiben der Knospen an oberem Zweigteile über der Ringelstelle	Austreiben der Knospen der anderen nicht geringelten Zweige	Austreiben der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle
Kontrolle				nicht oder ziemlich ausgetrieben	
Rinde-Rg.	Nr. 1	} geringelte Strecke mit Callus bedekt, Blutungssaft nicht ausgeflossen	} wenig ausgetrieben	} nicht od. wenig ausgetrieben	} nichtausgetrieben wenig ausgetrieben
	Nr. 2				
	Nr. 3				
	Nr. 4				
Holz-Rg.	Nr. 1	} geringelte Strecke nicht geheilt, daraus Saft geflossen	} nichtausgetrieben	} nicht od. wenig ausgetrieben	} ausgetrieben
	Nr. 2				
	Nr. 3*				
	Nr. 4	Ringelstelle nass	nicht oder ziemlich ausgetrieben	nicht od. wenig ausgetrieben	ausgetrieben
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} nicht ausgeflossen	} wenig ausgetrieben nichtausgetrieben	} nicht od. wenig ausgetrieben	} wenig ausgetrieben
	Nr. 2				
	Nr. 3				
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	} Ringelstelle wenig nass	} nichtausgetrieben wenig ausgetrieben nichtausgetrieben	} nicht od. wenig ausgetrieben	} wenig ausgetrieben ausgetrieben
	Nr. 2				
	Nr. 3				

* Dieser Zweig ist abgestorben.

TABELLE XVI.

Beobachtung nach 300 Tagen, am 23. Mai 1913. *Cornus*-Zweige.

		Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der gesamten adventiven Knospen	Dickenzuwachs* der oberen und unteren Seite der Ringelstelle		Bemerkungen
				oben	unten	
Kontrolle						Blätter tief grün, frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	} an oberem Rande deutlich, an unterem Rande ziemlich deutlich	3	11.0 cm	10.0 cm	} Blätter hellgrün od. rötlich, manchmal tief grün und mehr od. weniger schrumpfig
	Nr. 2		1	5.5 „	4.2 „	
	Nr. 3		3	7.5 „	6.5 „	
	Nr. 4		0	5.0 „	4.2 „	
Holz-Rg.	Nr. 1	} nur am oberen Rande arm	13	4.7 „	4.0 „	} Blätter gelblich grün, od. grünlich gelb, manchmal rötlich, Blattgestalt viel kleiner als Kontrolle und deutlich schrumpfig
	Nr. 2		4	5.0 „	4.6 „	
	Nr. 3		6	5.0 „	4.7 „	
	Nr. 4		4	5.0 „	4.8 „	
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} an beiden Seitenrändern am deutlichsten, am oberen Rande deutlicher als am unteren	2	5.5 „	4.4 „	} Blätter tief grün, frisch
	Nr. 2		1	4.9 „	4.6 „	
	Nr. 3		2	4.8 „	4.0 „	
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	} allgemein schwächer als Rinde-Halb-Rg.	3	4.8 „	4.2 „	} Blätter grün, frisch
	Nr. 2		2	5.0 „	4.5 „	
	Nr. 4		2	5.8 „	5.2 „	

* Relativer Dickenzuwachs oberhalb und unterhalb der Ringelstelle wurde ca. 3 cm entfernt von jedem Rande gemessen.

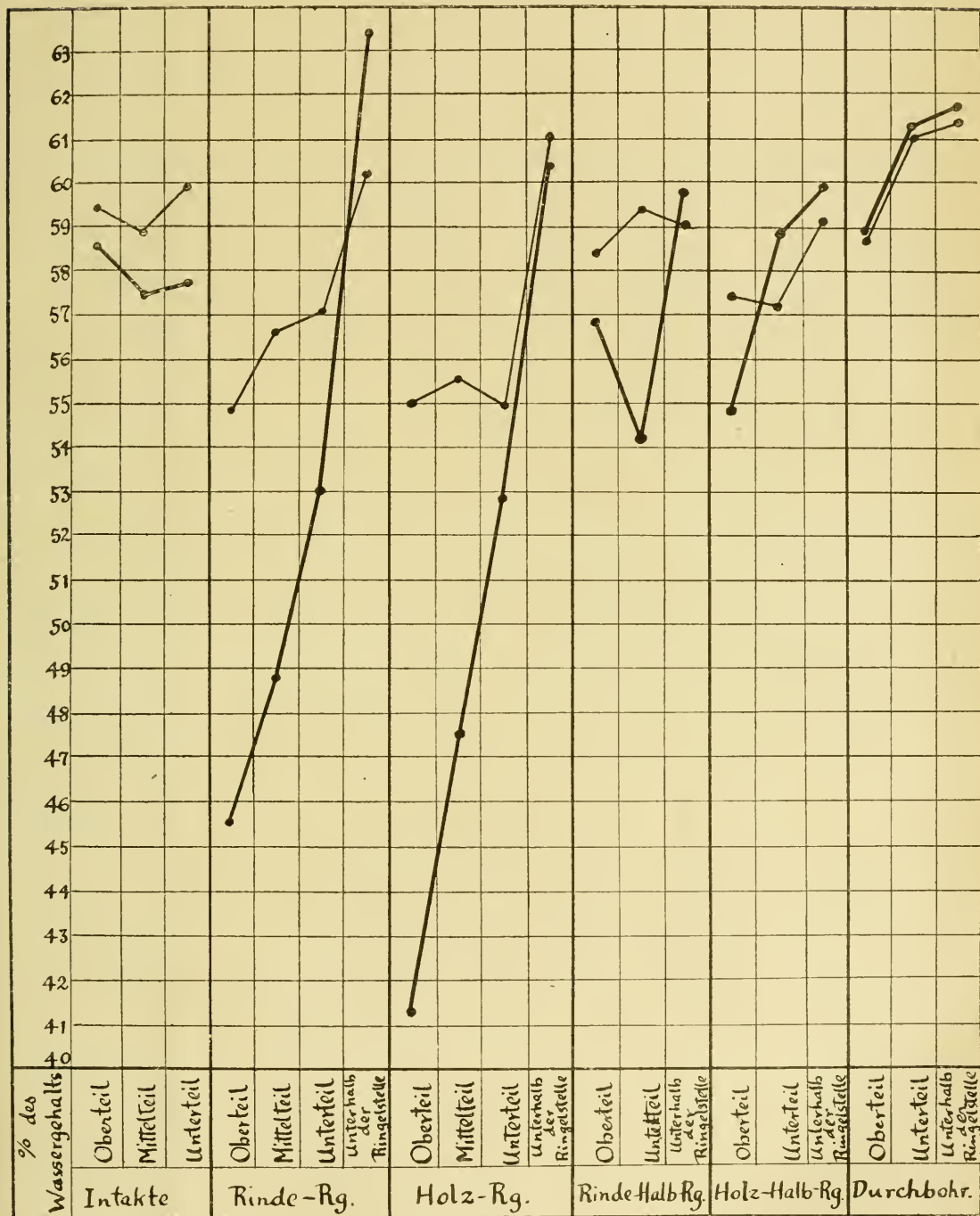
TABELLE XVII.

Der Wassergehalt der Blätter geringelter resp. intakter Bäume von *Cornus controversa* HEMSL. am 13. Sept. und 9. Okt. 1912.

Stand der Blätter			am 13. Sept.		am 9. Okt.	
			% des Wassergehalts	% des mittleren Wassergehalts	% des Wassergehalts	% des mittleren Wassergehalts
Kontrolle	Oberteil		59.4 ₇	} 59.4 ₁	58.6 ₃	} 57.9 ₁
	Mittelteil		58.9 ₄		57.4 ₇	
	Unterteil		59.8 ₂		57.6 ₃	
Rinde-Rg.	oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	54.9 ₈	} 56.2 ₁	45.5 ₅	} 49.1 ₅
		Mittelteil	56.7 ₁		48.8 ₃	
		Unterteil	57.0 ₄		53.0 ₃	
	unterhalb der Ringelstelle		60.2 ₁		63.3 ₉	
Holz-Rg.	oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	55.0 ₄	} 55.2 ₁	41.3 ₂	} 47.2 ₁
		Mittelteil	55.6 ₉		47.5 ₆	
		Unterteil	54.9 ₈		52.8 ₃	
	unterhalb der Ringelstelle		61.0 ₁		60.3 ₂	
Rinde-Halb-Rg.	oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	58.4 ₂	} 58.8 ₇	56.8 ₈	} 55.5 ₃
		Unterteil	59.3 ₂		54.2 ₃	
	unterhalb der Ringelstelle		59.0 ₅		59.7 ₀	
Holz-Halb-Rg.	oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	57.4 ₄	} 57.3 ₁	54.8 ₂	} 56.8 ₂
		Unterteil	57.1 ₈		58.8 ₃	
	unterhalb der Ringelstelle		59.1 ₂		59.9 ₀	
Durchbohr.	oberhalb der Durchbohrungsstelle	Oberteil	58.7 ₅	} 59.8 ₈	58.9 ₂	} 60.0 ₇
		Unterteil	61.0 ₁		61.2 ₃	
	unterhalb der Durchbohrungsstelle		61.3 ₄		61.7 ₀	

TABELLE XVIII.

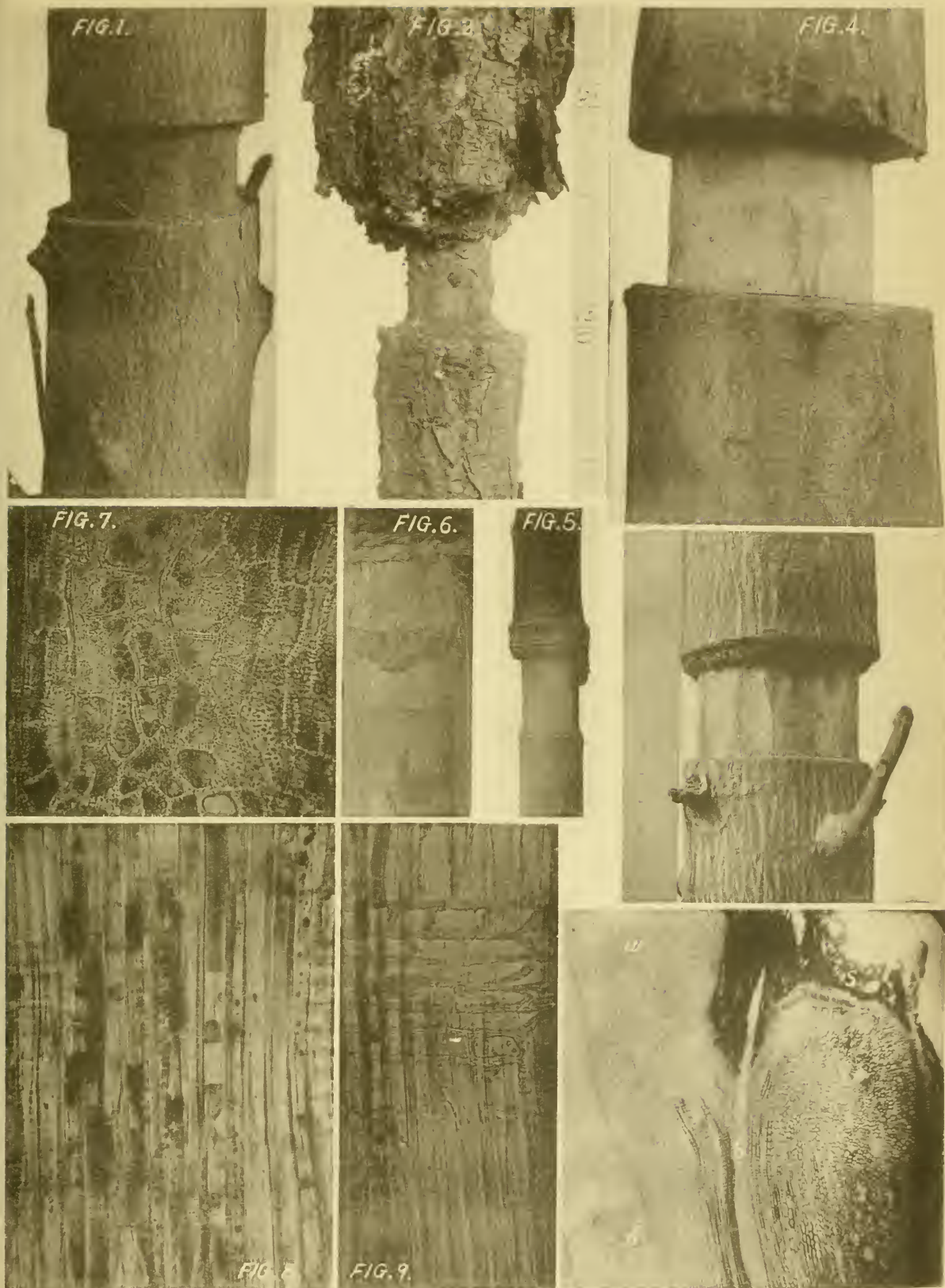
Graphische Darstellung der Veränderung des Wassergehalts in Blättern
geringelter, durchgebohrter und intakter *Cornusbäume*
in der Zeit vom 13. Sept. zum 9. Okt. 1912.



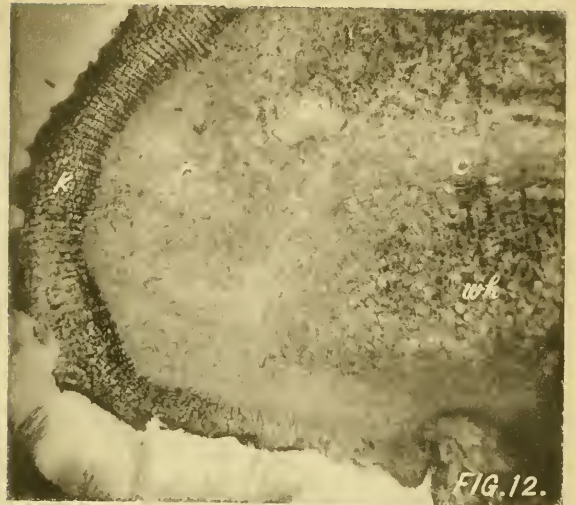
— Bestimmungen am 13. Sept. 1912.
— Bestimmungen am 9. Okt. 1912.

Okt. 1912.

[illegible]



Hibino photo.



Hibino photo.

S. Hibino. Effekt der Ringelung auf die Stoffwanderung.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

By

Matajiro YOKOYAMA, *Rigakuhakushi.*

Professor of Palaeontology, Imperial University of Tokyo.

With 19 Plates and 1 Map.

Introduction.

The peninsula of Miura which bounds the Uraga Strait, the entrance to Tokyo Bay, on the west and is a little over 20 kilometres from north to south and 4 to 12 kilometres from east to west is, geographically speaking, a low hilly country rarely attaining a height over 200 metres above the level of the sea.¹⁾

This hilly country gradually diminishes in height towards the north, and not far south of Yokohama, passes into the great plain of Tokyo, the most extensive and also one of the most populous in the whole empire, but which, until some five centuries ago, was in greater part a wilderness known under the name of *Musashino*²⁾ and with but a sparse population.

Geologically, the hilly peninsula as well as the plain is made up of very young formations which are in part undoubtedly Pliocene and in part either Pliocene or Pleistocene.

1) There are only three peaks which are over 200 m. in height. They are Ōgusuyama (242 m.), Futagoyama (228 m.) and Hatakeyama (203 m.).

2) From *Musashi*, the name of the province in which the plain is situated, and *No*, a grass-grown, uncultivated field.

The formation which constitutes the plain¹⁾ is divisible into two quite distinct series, the upper which is subaerial, and the lower which is marine. The upper or subaerial series is made up of a brown loam, an altered volcanic ash, wholly devoid of stratification and of organic remains, extending in the south as far as beyond Sugita, a sea-side village about 8 kilometres south of Yokohama. The thickness varies according to places, but may attain up to 6 metres.

The lower or marine series is several hundred metres in thickness.²⁾ It consists of repeated alternations of different kinds of terrigenous rocks such as clays, sands and gravels which in the lower portion of the series change into shales, sandstones and conglomerates. These rocks are everywhere more or less tufaceous, that is to say, containing materials ejected from volcanoes, but at the same time very rich in organic remains, which are mostly Mollusca, but sometimes plants, worms, echinoderms, mammals, etc. Among the mammals, an elephant called *Elephas namadicus* Falc. et Caut. first described from the Narbada bed of India³⁾ is perhaps the most important.

The strata of this marine series are quite or nearly horizontal in the plain, though inclined and tilted in the peninsula. Brauns,⁴⁾ who studied these layers some thirty-nine years ago, believed the presence of a line of unconformability mostly due to the denudation of the layer-surface, not only between the loam and the marine series, but also in the uppermost part of the latter itself. And as he took the shell-layers found just below this lower so-called line of unconformability for *Pliocene*, he called all the layers lying above it *Diluviel*, whereby the loam received the name of *Upper*

1) The geology of the plain is found in the works of EDMUND NAUMANN (das jetzige Tokio, Peterm. Geogr. Mitteil., 1879, vol. 25) and DAVID BRAUNS (Geology of the Environs of Tokio, Mem. Sci. Departm., Univ. Tokio, No. 4, 1881).

2) A boring was once driven in Tokyo to depth of over 400 metres without reaching the bottom of the formation (Report of the Earthquake Investigating Committee, No. 45, Tokyo. Japanese).

3) Taken by many European authors for Pleistocene, while Osborn of America considers it to be Upper Pliocene (Age of Mammals, p. 355).

4) Geology of the Environs of Tokio before cited, p. 6.

Diluvial and the clays, sands and gravels immediately below it that of *Lower Diluvial*.

Tokunaga,¹⁾ who examined these layers much later and more extensively than Brauns, denies the presence of the lower line of unconformability altogether, and moreover considers the shell layers which Brauns believed to be *Pliocene* as *Diluvial* or *Pleistocene*. As far as the above said lower line of unconformability is concerned, I am of the same opinion as Tokunaga. But as regards the upper one to which Tokunaga makes no reference, I perfectly concur with Brauns, only with this modification that the line is often not only indistinct, but entirely absent, the loam and the underlying marine beds being perfectly conformable with each other. And this is, I believe, due to the deposition of loam having taken place soon after the elevation of the marine beds above the sea; in that case, we may assume that the surface of the newly risen land in many places had not been sufficiently gnawed by water previous to the deposition of loam so as to give rise to the so-called line of unconformability. And such places we have reason to expect most numerous near the sea-side and also in the littoral regions. In fact, the loam is often underlaid by clayey layers somewhat different in colour from it. These, I believe, are nothing more than the same loam which has deposited in places where there was more or less water.

The marine series being very thick and containing fossils almost throughout are probably divisible into many horizons. But such divisions being at present impossible owing to the lack of materials, I divide the whole series into only two parts, the *upper* and the *lower*. The *upper part* is represented by the strata exposed in the plain, including the shell layers of Oji, Tabata, Shinagawa, etc., places lying in the immediate neighbourhood of Tokyo. Remains of *Elephas namadicus* are not uncommon in this

1) Fossils from the Environs of Tokyo (Journ. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokyo, 1906, Vol. XXI, Art. 2) p. 92.

part. The *lower part* is typically developed in the peninsula of Miura. Here again the Mollusca form the most important fossil, though in one place, Yokosuka a lower jaw of *Elephas namadicus*¹⁾ has also been discovered.

The position of the line of demarcation between the two parts is at present uncertain, for, geologically, the whole marine series is a single complex of layers conformably superposed one upon another, and palaeontologically, the fossils found in the intermediate place have not yet been fully examined. But, if that line should ever be drawn, I think it will be somewhere near Yokohama, perhaps a little south of it. Be the position as it may, it is quite evident that the layers exposed in the Miura Peninsula occupy a lower position than those of the plain, for the latter which are nearly horizontal in the neighbourhood of Tokyo gradually dip to north as we proceed southward, and already at Sugita, Naganuma, etc., the angle is about 5°. And southward from these places the angle grows slowly but constantly, so that near Yokosuka it is already 20° to 30°, while in the southern half of the Miura Peninsula, the layers after making several folds finally dip south with very steep angles.²⁾

Concerning the geological age of the upper part of the marine series, opinions are divided. Brauns, as before mentioned, pronounced it to be *Pliocene*, while Tokunaga, Yabe³⁾ and others consider it to be *Pleistocene*. As to myself, I am not able at present to forward any opinion on it, as I have not yet thoroughly studied its fossil contents.⁴⁾ Under such circumstances, I deem it most expedient not to call the formation by age, that is to say,

1) E. NAUMANN. Über die fossilen Elephanten der Vorzeit. Palaeotographica Bd. XXVIII, Heft 1, 1881, p. 28.

2) About the geology of the peninsula, see S. YOSHIWARA's Tokyo Inan Miura Hanto Chishitsu Ron (Geology of South of Tokyo and of the Miura Peninsula), Jour. Geol. Soc. Tokyo, 1902, Vol. IX.

3) H. YABE. A New Pleistocene Fauna from Tokyo. Geol. Mag., Dec. V, Vol. VIII, London, 1911.

4) The treatment of these fossils will appear in a future paper.

the Pliocene formation or the Pleistocene formation, as has often hitherto been done, but by some name which has no relation to it. On this account, I here propose the name of *Musashino Formation* for the whole marine series. Then its upper part will be the *Upper Musashino* and its lower part the *Lower Musashino*. The fossils described below are those of the latter.

General Remarks on the Mollusca of the Lower Musashino.

The fossils which form the subject of the present paper, though partly collected by Dr. Tokunaga and myself, were to a greater part brought together by the late Gordon Yamakawa¹⁾ who showed great zeal in the study of palaeontology, but who unfortunately died in 1910, while still a student in the university of Tokyo.

The localities in which the fossils were found are twenty-eight in number. These I provisionally group into six zones which, beginning from above, are as follows:

1. *Naganuma Zone*.—Comprising four localities: Naganuma, Sugita, Iijima and Kikkōsan.
2. *Koshiba Zone*.—Comprising two localities: Koshiba and Ofuna.
3. *Kanazawa Zone*.—Comprising three localities: Kanazawa, Teramae and Nojima.
4. *Kamakura Zone*.—Comprising four localities: Kamakura, Kewaizaka, Uragō and a place between Uragō and Enokido.
5. *Yokosuka Zone*.—Comprising three localities: Yokosuka, Otsu and a place between Shioiri and Sakamoto.
6. *Miyata Zone*.—Comprising, besides Motowada and Nagai, five localities (Mukōbatake, Iwaiguchi, Jinya-ato, Matsubara-no-

1) Several, though short, papers were written by this lamented youth on the fossils of the Upper Musashino. They appeared in the Journal of the Geological Society of Tokyo, the most important being those on Opisthobranchiata and on Pteropoda.

Subkingdom Mollusca. Class Gastropoda. ORDER OPSTHOBRANCHIATA. <i>Family Tornatid</i> <i>c.</i>	Miyata Zone.	Vokosuka Zone.	Kanakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshiba Zone.	Naganuma Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.
1. Retusa minima Yamakawa.	+					+	+	Pliocene of Sicily.	Atlantic Ocean ; Suez.
2. Volvula acuminata Brugnière. <i>Family Scaphandrid</i> <i>c.</i>					+		+		
3. Cylichna musashiensis Tokunaga.						+	+		
4. Cylichna braunsi Yokoyama.						+	+		
5. Cylichna silaensis Yamakawa.	+	+					+		
6. Cylichna yamakawai Yokoyama.									
7. Cylichna orientalis Yokoyama. <i>Family Ringiculid</i> <i>c.</i>					+				Central Japan.
8. Ringicula musashinoensis Yokoyama.	+	+				+	+		
ORDER PROSOBRANCHIATA. <i>Family Terebrid</i> <i>c.</i>									
9. Terebra kischkeana Dunker.	+						+		Central Japan.
10. Terebra recticostata Yokoyama.							+		
11. Terebra naumanni Yokoyama.						+	+		
12. Terebra tokunagai Yokoyama. <i>Family Conid</i> <i>c.</i>							+		
13. Conus sieboldi Reeve.									Central Japan ; China.
14. Conus tuberculatus Yokoyama. <i>Family Pleurotomid</i> <i>c.</i>	+								
15. Pleurotoma kanakurana Pilsbry.									Central Japan.
16. Pleurotoma medicarinata Yokoyama.				+	+				

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kamakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshika Zone.	Naganuma Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.
17. Pleurotoma (Drillia) principalis Pilsbry.					+	+	+		Northern, Central, and Western Japan.
18. Pleurotoma (Drillia) pseudo-princi- palis Yokoyama.		+				+	+		
19. Pleurotoma (Drillia) quantoana Yokoyama.						+	+		
20. Pleurotoma (Drillia) cosibensis Yokoyama.					+		+		
21. Pleurotoma (Drillia) nivalioides Yokoyama.					+	+	+		
22. Pleurotoma (Drillia) lanten Yoko- yama.						+	+		Western Japan.
23. Pleurotoma (Drillia) braunsi Yoko- yama.					+	+	+		
24. Pleurotoma (Mangilia) deshayesii Dunker.							+		
25. Pleurotoma (Mangilia) miyatensis Yokoyama.	+								
26. Pleurotoma (Succinea?) nojimensis Yokoyama.				+					
27. Pleurotoma (Bela?) glabra Yoko- yama.					+				
<i>Family Cancellariid.</i>									
28. Cancellaria spengleriana Deshayes.		+					+	{ Pliocene of England and Belgium.	Central Japan; Philippines; Australia. Circumboreal; Sakhalin.
29. Admete viridula (Fabricius).									
<i>Family Volutid.</i>									
30. Voluta megaspra Sowerby.	+		+	+	+	+	+	{ Pliocene and Mio- cene of Europe.	Northern, Central, and Western Japan.
<i>Family Mitrid.</i>									
31. Mitra ebenus Lamarck.					+			{ Pliocene and Mio- cene of Europe.	Atlantic, Mediterranean.
32. Mitra fusiformis Brocchi.					+				
33. Mitra plicifera Yokoyama.					+				

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kanakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshiba Zone.	Naganuma Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.
34. Mitra (Costellaria) emme Yokoyama. <i>Family Fasciolaridæ.</i>	+								
35. Fusus niponicus Smith.	+				+	+	+		Central Japan.
36. Fusus perplexus A. Adams. <i>Family Buccinidæ.</i>				+	+	+	+		Northern, Central, and Western Japan.
37. Chrysodomus phoeniceus Dall.				+	+	+	+		British Columbia; Japan?
38. Chrysodomus schrencki Yokoyama.				+	+	+	+		Japan (Adams); New Zealand.
39. Siphon obesiformis Yokoyama.									Central Japan.
40. Siphonalia dilatata Quoy.	+						+		Central Japan.
41. Siphonalia spadicea Reeve.	+	+					+		Western Japan.
42. Siphonalia trochulus Reeve.									Japan (Pilsbry), south of 36th parallel.
43. Siphonalia fuscilineata Reeve.									Central Japan.
44. Siphonalia stearnsii Pilsbry.									Northern and Central Japan.
45. Buccinum leucostoma Lischke.				+					Central and Western Japan.
46. Volutharpa perryi Jay. <i>Family Nassidæ.</i>	+						+		Northern, Central, and Western Japan.
47. Nassa (Hina) japonica Adams.		+					+		Central and Western Japan.
48. Nassa (Hina) festiva Powis.	+						+		Northern, Central and Western Japan.
49. Nassa (Niotha) livescens Philippi. <i>Family Columbellidæ.</i>	+	+					+		Central and Western Japan; Indian Ocean.
50. Columbella (Mitrella) dunkeri Tr.	+	+					+		Northern, Central, and Western Japan.
51. Columbella (Atilia) burchardi Dkr. <i>Family Muricidæ.</i>	+	+					+		Japan (Dunker).
52. Trophon subelavatus Yokoyama.	+						+		

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kamakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshida Zone.	Nagaura Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.
53. <i>Trophon nipponicus</i> Yokoyama.									
54. <i>Trophon muricatoides</i> Yokoyama.									
55. <i>Trophon incrimis</i> Sowerby.	+			+	+				Japan (Sowerby).
56. <i>Purpura luteostoma</i> Chemnitz.		+		+	+				North., Centr., West. Japan; Africa.
57. <i>Purpura alveolata</i> Reeve.		+				+			{ Central and Western Japan; Chile; Panama.
<i>Family Tritonid</i> .									
58. <i>Triton (Priene)</i> oregonensis Redfield.			+		+		+		{ Northern Japan; Alaska; Strait of Magellan.
59. <i>Triton subpyrum</i> Yokoyama.						+			
<i>Family Doliid</i> .									
60. <i>Dolium luteostomum</i> Küster.	+	+				+	+		{ Northern, Central, and Western Japan Indian Ocean.
<i>Family Cerithiid</i> .									
61. <i>Cerithium kobelti</i> Dunker.									Central Japan.
62. <i>Bittium perpusillum</i> Tryon.		+							Western Japan.
63. <i>Bittium binodulosum</i> Yokoyama.					+				
64. <i>Potamides (Typanotonos)</i> fluvialis Potiez et Michaud.		+					+		Central Japan; Australia.
65. <i>Potamides (Batillaria)</i> multiformis Löschke.		+					+		Northern, Central, and Western Japan.
<i>Family Cerithiopsid</i> .									
66. <i>Triforis otsuensis</i> Yokoyama.		+					+		Central Japan.
<i>Family Trichotropid</i> .									
67. <i>Trichotropis planicostata</i> Yokoyama.					+				
<i>Family Verrucid</i> .									
68. <i>Thylacodes meduse</i> Pilsbry.	+	+					+		Central Japan.

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kamakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshida Zone.	Nagayama Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.
<i>Family Turritellidæ.</i>									
69. <i>Turritella nipponica</i> Yokoyama.	+			+	+	+			
<i>Family Solaridæ.</i>									
70. <i>Solarium lenticulatum</i> Yokoyama.					+				
<i>Family Rissoidæ.</i>									
71. <i>Rissoina subnereuralis</i> Yokoyama.									
72. <i>Rissoina zeltnerioides</i> Yokoyama.		+							
73. <i>Fenella orientalis</i> Yokoyama.		+							Central Japan.
<i>Family Skeneidæ.</i>									
74. <i>Skenea nipponica</i> Yokoyama.		+					+		Central Japan.
<i>Family Capulidæ.</i>									
75. <i>Calyptraea mamillaris</i> Broderip.	+						+		{ West Coast of America from Puget Sound to Strait of Magellan.
76. <i>Crepidula orbella</i> Yokoyama.						+			
<i>Family Naticidæ.</i>									
77. <i>Natica janthostoma</i> Deshayes.	+	+	+	+	+	+	+		{ Northern and Central Japan ; Kam- chatka. Circumpolar ; Okhotsk Sea.
78. <i>Polinices pallidus</i> Broderip et Sowerby.					+				
79. <i>Polinices</i> (<i>Xeverita</i>) <i>ampla</i> Philippi.	+	+				+	+		Central Japan ; China ; Indian Ocean.
<i>Family Scalaridæ.</i>									
80. <i>Scalaria turrituloides</i> Yokoyama.					+				
81. <i>Scalaria</i> (<i>Acrilla</i>) <i>densicostata</i> Yoko- yama.					+				
<i>Family Eulimidæ.</i>									
82. <i>Eulina</i> (<i>Leiostraca</i>) <i>yokostensis</i> Yokoyama.		+			+				

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kamakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshida Zone.	Naganuma Zone.	Upper Mushishino.	Fossil in foreign countries.	Living.
83. Eulina (Leiostraca) saganiana Yokoyama.						+			
<i>Family Pyramitellidae.</i>									
84. Pyramidella (Tiberia) pseudo- pulchella Yokoyama.		+				+			
85. Odostomia hilgendorffi Clessin.						+			
86. Odostomia takinogawensis Tokunaga.						+	+		
87. Odostomia sublimipida Yokoyama.	+						+		
88. Turbonilla (cingulina) adamsi Yokoyama.						+			
89. Turbonilla (Chemnitzia) subap- proximata Yokoyama.						+			
90. Turbonilla (Mormula) tokunagai Yokoyama.		+							
<i>Family Turbidulæ.</i>									
91. Turbo (Marmorostoma) coreensis Recluz.		+							
92. Leptothyra amussitata (Gonld.	+	+					+		
93. Leptothyra purpurea Dunker.	+						+		
94. Leptothyra cf. paucicostata Dall.		+			+				
<i>Family Trochidae.</i>									
95. Chlorostoma miyatense Yokoyama.	+								
96. Chlorostoma quantoanum Yokoyama.		+							
97. Chlorostoma tokunagai Yokoyama.		+							
98. Cantharides japonicus A. Adams.		+							
99. Baulix erumpii Pilsbry.	+		+	+	+				
100. Baulix convexiusculum Yokoyama.			+	+	+				

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kamakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshiha Zone.	Naganuma Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.
101. <i>Margarita umbilicalis</i> Broderip et Sowerby.			+						Polar Seas (Greenland, etc.)
102. <i>Margarita cinerea</i> Couthony.	+						+		Bering Sea ; North Atlantic.
103. <i>Turcica imperialis</i> A. Adams.	+								Northern, Central, and Western Japan.
104. <i>Calliostoma cingaoanum</i> Yokoyama.		+							
105. <i>Calliostoma sagamianum</i> Yokoyama.						+			
106. <i>Euchelus fenestratus</i> Yokoyama.		+							
107. <i>Unbonium giganteum</i> Lesson.						+			Central and Western Japan.
108. <i>Unbonium costatum</i> Valenciennes.						+	+		Northern, Central and Western Japan.
<i>Family Cyclostrematidae.</i>									
109. <i>Cyclostrema duplicatum</i> Lischke.		+							Central Japan.
<i>Family Fissurellidae.</i>									
110. <i>Macroschisma sinensis</i> A. Adams.		+					+		Central Japan ; Singapore.
111. <i>Fissurella</i> cf. <i>tanneri</i> Verrill.									{ Verrill's species lives in east coast of America at 100-142 fathoms.
112. <i>Puncturella subconica</i> Yokoyama.							+		
113. <i>Emarginula fragilis</i> Yokoyama.	+						+		
114. <i>Emarginula</i> sp.							+		
<i>Family Acmidae.</i>									
115. <i>Acmæa heroldi</i> Dunker.	+								Central and Western Japan.
116. <i>Acmæa kuragiensis</i> Yokoyama.							+		
117. <i>Acmæa nojimensis</i> Yokoyama.				+					
<i>Family Patellidae.</i>									
118. <i>Helcioniscus pallidus</i> Gould.	+								Northern and Central Japan.

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kamakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshida Zone.	Naganuma Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.
Class Scaphopoda.									
<i>Family Dentaliidae.</i>									
119. Dentalium complexum Dall.									
120. Dentalium weinkauffi Dunker.	+		+		+		+		Central Japan ; Sandwich I. (300 ft).
121. Dentalium octogonum Lamarck.	+	+			+		+		Central Japan.
122. Dentalium edense Tokunaga.	+	+							Northern Japan to Ceylon.
123. Cadulus gordonis Yokoyama.	+								Central and Western Japan.
Class Lamellicornata.									
<i>Family Pholadidae.</i>									
124. Pholas fragilis Sowerby.		+							
125. Jovanretia japonica Yokoyama.		+					+		Western Japan ; Philippines.
<i>Family Saxicoridae.</i>									
126. Saxicava orientalis Yokoyama.		+					?		
<i>Family Pholadomyidae.</i>									
127. Pholadomya japonica Yokoyama.						+			
<i>Family Corbulae.</i>									
128. Corbula venusta Gould.	+				+				
129. Basterotia gouldi A. Adams.		+							Northern Japan.
130. Basterotia trapezium Yokoyama.		+							Western Japan.
<i>Family Mesodontae.</i>									
131. Ervilia otsuensis Yokoyama.		+							
<i>Family Macridae.</i>									
132. Macra veneriformis Deshayes.		+					+		{ Central and Western Japan ; Northern China.

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kanagawa Zone.	Kanazawa Zone.	Koshiha Zone.	Naganuma Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.
133. <i>Lutraria radiata</i> Yokoyama. <i>Family Solenid.</i>						+			
134. <i>Solen gordonis</i> Yokoyama.	+								Western Japan.
135. <i>Solecurtus abbreviatus</i> Gould.						+			Central Japan ; Hong kong.
136. <i>Solecurtus divaricatus</i> Lischke. <i>Family Tellinid.</i>		+					+		Central and Western Japan.
137. <i>Tellina nitidula</i> Dunker.						+			Central and Western Japan.
138. <i>Tellina ojiensis</i> Tokunaga.	+						+		Northern Japan.
139. <i>Tellina vestalioides</i> Yokoyama.						+			Northern Japan.
140. <i>Tellina serriocostata</i> Tokunaga.	+					+			
141. <i>Tellina miyatensis</i> Yokoyama.	+					+			
142. <i>Macoma dissimilis</i> Martens.	+	+					+		Central Japan.
143. <i>Macoma inquinata</i> Deshayes.	+	+					+		{ Northern, Central, Western Japan. Okhotsk Sea. Alaska to San Diego.
144. <i>Macoma nipponica</i> Tokunaga. <i>Family Venerid.</i>	+						+		Northern Japan.
145. <i>Dosinia troscheli</i> Lischke.							+		Central and Western Japan.
146. <i>Cyclina chinensis</i> Deshayes.		+				+	+		Northern Japan to Cochin China.
147. <i>Meretrix</i> (<i>Callista</i>) <i>chinensis</i> Chen- nitz.						+	+		Northern Japan ; China ; Australia.
148. <i>Venus jedensis</i> Lischke.							+		Central and Western Japan.
149. <i>Chione isabellina</i> Deshayes.	+					+	+		Japan (Deshayes) ; China.
150. <i>Chione minuta</i> Yokoyama.						+	+		
151. <i>Circe scripta</i> Linné.						+	+		
152. <i>Venerupis irus</i> Linné.		+							Central and Western Japan ; Red Sea.
153. <i>Venerupis insignis</i> Deshayes.		+				+			Central Japan ; Mediterranean Sea. Central Japan ; New Zealand.

[illegible]

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kamakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshida Zone.	Naganuma Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.
173. <i>Cardita cummingiana</i> Dunker.	+	+				+	+		Central and Western Japan.
174. <i>Venericardia cipangoana</i> Yokoyama.	+					+			Central and Western Japan.
175. <i>Venericardia ferruginea</i> Adams. <i>Family Astartida.</i>	+	+	+				+		Northern Japan.
176. <i>Astarte hakodatensis</i> Yokoyama.	+					+	+		Northern Japan.
177. <i>Woodia concentrica</i> Yokoyama. <i>Family Crassatellida.</i>	+					+			Central and Western Japan.
178. <i>Crassatella heteroglypta</i> Pilshry.	+								
179. <i>Crassatella oblongata</i> Yokoyama. <i>Family Myochamida.</i>	+								
180. <i>Myodora reeviana</i> Smith.	+						+		Western Japan ; China.
181. <i>Myodora triangularis</i> Adams. <i>Family Mytilida.</i>	+					+			Japan (Adams).
182. <i>Mytilus hirsutus</i> Lamarek.	+	+							Central and Western Japan.
183. <i>Mytilus giganteus</i> Holmberg.	+	+							{ Northern, Central, Western Japan ; Alaska.
184. <i>Modiola modiolus</i> Linné.	+						+		{ Northern, Central and Western Japan ; North Pacific ; North Atlantic.
185. <i>Anomia eysacum</i> Gray.	+	+							{ Northern and Central Japan ; Mouth of the Yangtsekiang.
186. <i>Anomia nipponensis</i> Yokoyama. <i>Family Limida.</i>	+	+					+		{ Northern, Central and Western Japan.
187. <i>Libinia goliath</i> Smith.	+								{ Central Japan (400-750 fathoms) ; Patagonia.

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kamakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshiba Zone.	Naganuma Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.	
188. <i>Lima zushiensis</i> Yokoyama.		+				+	+	{ Northern Japan to Philippines; Panama, etc. { Northern and Central Japan; New Zealand. { Greenland to Mediterranean. Central Japan.	{ Northern Japan to Philippines. Northern, Central, and Western Japan. Central Japan to Hongkong. Central Japan; East Indies. Central Japan. { Northern Japan; Okhotsk and Behring Seas. { Atlantic (Norway to France).	
189. <i>Lima angulata</i> Sowerby.				+			+			
190. <i>Lima japonica</i> Adams.					+		+			
191. <i>Lima subauriculata</i> Montagu.						+	+			
192. <i>Lima quantensis</i> Yokoyama.	+				+		+	{ Miocene and Pliocene of Europe.	Central Japan to Philippines.	
<i>Family Pectinidae.</i>										
193. <i>Pecten squamatus</i> Gmelin.										Northern, Central, and Western Japan. Central Japan to Hongkong. Central Japan; East Indies. Central Japan. { Northern Japan; Okhotsk and Behring Seas. { Atlantic (Norway to France).
194. <i>Pecten letus</i> Gould.	+	+				+	+			
195. <i>Pecten crassicosatus</i> Sowerby.										
196. <i>Pecten irregularis</i> Sowerby.		+					+			
197. <i>Pecten vesiculosus</i> Dunker.					+		+	Pliocene of Europe.	Northern Japan; Okhotsk Sea. Northern, Central, and Western Japan.	
198. <i>Pecten swiftii</i> Bernardi.					+		+			
199. <i>Pecten tigrinus</i> Müller.					+					
200. <i>Pecten cosibensis</i> Yokoyama.					+					
201. <i>Pecten intuscostatus</i> Yokoyama.	+				+		+			
202. <i>Pecten miurensis</i> Yokoyama.	+	+								
203. <i>Pecten tokunagai</i> Yokoyama.										
204. <i>Pecten tokyoensis</i> Tokunaga.		+			+		+			
205. <i>Pecten yessoensis</i> Jay.	+		+				+			
206. <i>Pecten laqueatus</i> Sowerby.		+								
207. <i>Pecten naganumana</i> Yokoyama.	+						+			

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kamakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshiba Zone.	Naganuma Zone.	Upper Mushino.	Fossil in foreign countries.	Living.
<i>Family Ostreidae.</i>									
208. <i>Ostrea gigas</i> Thunberg.		+			+		+		{ Northern, Central, Western Japan ; Shantung in China. Central to Southern Japan (Ryukyu). Western Japan ; East Indies.
209. <i>Ostrea denselamellosa</i> Lischke.		+					+		
210. <i>Ostrea plicata</i> Chemnitz.		+							
211. <i>Ostrea mureashiana</i> Yokoyama.					+		+		
<i>Family Arcaidae.</i>									
212. <i>Arca kobeltiana</i> Pilsbry.	+	+		+			+		{ Northern and Central Japan. Western Japan ; Philippines ; Indian Ocean. Central Japan. Central Japan to Philippines ; Indian Ocean. Northern Japan to Philippines. Central Japan. Northern Japan. Central Japan. Central Japan.
213. <i>Arca decussata</i> Sowerby.					+				
214. <i>Arca stearnsii</i> Pilsbry.									
215. <i>Arca symmetrica</i> Reeve.		+					+		
216. <i>Arca inflata</i> Reeve.									
217. <i>Pectunculus rotundus</i> Dunker.	+						+		{ Northern and Central Japan. Central Japan. Northern Japan. Central Japan. Central Japan.
218. <i>Pectunculus jessoensis</i> Sowerby.	+					+	+		
219. <i>Pectunculus nipponicus</i> Yokoyama.	+			+			+		
220. <i>Pectunculus pilsbryi</i> Yokoyama.	+								
<i>Family Parallelodontidae.</i>									
221. <i>Parallelodon obliquatus</i> Yokoyama.	+	+			+		+		Northern and Central Japan.
<i>Family Limopsidae.</i>									
222. <i>Limopsis auritoides</i> Yokoyama.				+					Central Japan. Northern and Central Japan.
223. <i>Limopsis tōkaensis</i> Yokoyama.	+	+	+						
224. <i>Limopsis crenata</i> A. Adams.	+	+	+	+	+	+	+		

	Miyata Zone.	Yokosuka Zone.	Kamakura Zone.	Kanazawa Zone.	Koshiba Zone.	Naganuma Zone.	Upper Musashino.	Fossil in foreign countries.	Living.
225. <i>Limopsis azumana</i> Yokoyama.	+						+		
226. <i>Limopsis adamsiana</i> Yokoyama.	+				+	+	+		
<i>Family Lediidae.</i>									
227. <i>Leda ramsayi</i> Smith.	+				+		+		New South Wales at 950 fathoms.
228. <i>Leda gordonis</i> Yokoyama.						+			
229. <i>Leda naganumana</i> Yokoyama.									
<i>Family Nuculidae.</i>									
230. <i>Nucula insignis</i> A. Adams.							+		Northern Japan.
231. <i>Nucula mirabilis</i> Adams et Reeve.				+		+	+		Central and Western Japan.
232. <i>Nucula tōkyoensis</i> Yokoyama.	+								
Subkingdom Molluscoidea.									
Class Brachiopoda.									
<i>Family Terebratulidae.</i>									
233. <i>Terebratulina crossii</i> Davidson.									
234. <i>Terebratulina caput-serpentis</i> Linné.	+			+	+	+		{ Miocene and Pliocene of Europe.	Central and Western Japan (100-200). Japan (Davidson); North Pacific; North Atlantic; Mediterranean Sea.
235. <i>Terebratulina quantensis</i> Yokoyama.					+				
236. <i>Terebratella coreanica</i> Adams et Reeve.	+								Northern, Central, and Western Japan.
237. <i>Terebratella pulvinata</i> Gould.									
238. <i>Terebratella nipponensis</i> Yokoyama.	+				+		+		Paget Sound, Washington.

Fuchi and Yamagayado) in Kami-Miyata and four localities (Maruyama-no-Saka, Harashita, Matsubara and Motoyashiki) in Shimo-Miyata.

The number of species collected in the above-named places amounts to 238 in all, as will be seen from the foregoing table:

A glance at the table is sufficient to show that we have here a fauna which has lived in a shallow sea. The lithological character of the fossil-bearing rock in some places also points to the same conclusion, for example, as at Koshiba where it is partly a conglomerate.

Among the species above enumerated, there are 3 which are not well determined. But, even if we deduct these 3, there still remain 235 species, a number which, I believe, is enough to give quite a fair idea of the general character of the entire fauna.

In the first place, what is very important in the fauna from the geological point of view is the percentage of the extinct forms against the living. The number of those forms which are hitherto not known to be living amounts to 88 species or about 37% of the whole fauna. This is a percentage which is considerably greater than that ascertained in the Mollusca of the Upper Musashino.¹⁾ And among the living, there are still 7 species which have not yet been found in Japanese waters. They are the following:

1. *Volva acuminata* (Brug.). Habitat: Suez, Atlantic.
2. *Mitra ebenus* Lam. Habitat: Atlantic (incl. Mediterranean).
3. *Calyptrea mamillaris* Brod. Habitat: West Coast of America.
4. *Lima subauriculata* Mont. Habitat: Atlantic (Greenland to Mediterranean).
5. *Pecten tigerrinus* (Müll.). Habitat: Atlantic (Norway to France).
6. *Leda ramsayi* Smith. Habitat: New South Wales.

1) TOKUNAGA in his "Fossils from the environs of Tokyo" p. 95 says that there are at least 10 extinct species among 165 which he enumerated, though I think the real number is somewhat greater.

7. *Terebratella pulvinata* Gould. Habitat: Puget Sound in Washington.

If we add these 7 to the above, the total number of forms not yet known as living either in the whole world or in the Japanese waters becomes 95 which is about 40% of the whole fauna. Naturally, there is a great possibility of future discoveries reducing these numbers. But as the Japanese Molluscan fauna is already pretty well known, a great reduction in them is hardly to be expected. I think, the above percentage will not fall far below one-third of the whole fauna, in which case the fauna is to be ascribed to the *Pliocene*, and not to its upper-most part but somewhat lower, somewhere near the Red Crag of Newbourn, England (Newbournian) which is considered as an equivalent of the Amstelian of the Netherlands.

A comparison of the Japanese fossil fauna with that of foreign countries is at present of little value, as the species in common are remarkably few. They are only the following:

1. *Volvula acuminata* (Brug.).—Pliocene of Europe.
2. *Admete viridula* (Fabr.).—Pliocene of Europe.
3. *Mitra ebenus* Lam.—Miocene and Pliocene of Europe.
4. *Mitra fusiformis* (Broc.).—Miocene and Pliocene of Europe.
5. *Triton oregonensis* Redf.—Pleistocene of California.
6. *Macoma inquinata* Desh.—Pliocene of California.
7. *Venerupis irus* L.—Pliocene of Europe.
8. *Lucina borealis* L.—Pliocene and Pleistocene of Europe.
9. *Modiola modiolus* L.—Pliocene of Europe.
10. *Lima subauriculata* Mont.—Miocene and Pliocene of Europe.
11. *Pecten tigerrinus* Müll.—Pliocene of Europe.
12. *Terebratulina caput-serpentis* L.—Miocene and Pliocene of Europe.

And if *Natica clausa* Brod. et Sow. be really identical with *Natica janthostoma* Desh. as asserted by some, then as the former is found in the Pliocene and Pleistocene of California and the

latter in Japan, the whole number becomes 13, which is only 5.5% of the entire fauna.

Secondly, what is much more important than the comparison of the Japanese fossil fauna with the foreign is its decidedly more boreal character, when compared with the recent. If we divide the fossil species which are still found living, 148 in all, according to their habitat, the result is as follows :

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| (1) Species now living near the fossil localities (Central Japan) or in about the same latitudes (Western Japan) | 54 |
| Percentage of the whole fauna..... | 36.5 |
| (2) Species now living in Central and Western Japan as well as north of it (Northern Japan) | 34 |
| Percentage of the whole fauna..... | 23.0 |
| (3) Species now living in Northern, Central, and Western Japan as well as south of it (Southern Japan) ... | 33 |
| Percentage of the whole fauna..... | 22.3 |
| (4) Species now living only in foreign countries and in seas cooler as well as warmer than that of Central Japan | 5 |
| Percentage of the whole fauna..... | 3.4 |
| (5) Species now living only in Northern Japan, or if foreign, in seas cooler than that of Central Japan | 20 |
| Percentage of the whole fauna.. | 13.5 |
| (6) Species now known only as deep-sea forms | 2 |
| Percentage of the whole fauna..... | 1.3 |

It is noteworthy that, while there are many species which now only live *north* of the fossil localities, there is not a single one which lives exclusively *south* of them. These northern or boreal species are the following:

1) Japan is here divided into four parts, viz: Northern, Central, Western, and Southern Japan. By Northern Japan is meant that part of the country lying north of the 38th parallel. Central Japan is the part situated south of the above parallel and east of the 136th meridian. Western Japan is the part west of the same meridian, including Chugoku, Shikoku and Kyushu, while Southern Japan includes all the islands lying south of Kyushu, that is to say, the Seven Islands, the Ryukyus and Formosa.

1. *Admete viridula* (Fabr.).—Habitat: Sakhalin; circum-boreal.
2. *Chrysodomus phœniceus* Dall.—Habitat: British Columbia.
3. *Triton oregonensis* Redf.—Habitat: Northern Japan, Alaska, Strait of Magellan.
4. *Pollinices pallidus* Brod. et Sow.—Habitat: Okhotsk Sea; circumpolar.
5. *Odostomia hilgendorffi* Clessin.—Habitat: Northern Japan.
6. *Leptothyra amussitata* Gould.—Habitat: Northern Japan, Sakhalin.
7. *Margarita umbilicalis* Brod. et Sow.—Habitat: Polar Seas.
8. *Margarita cinerea* Couth.—Habitat: Behring Sea, North Atlantic.
9. *Corbula venusta* Gould.—Habitat: Northern Japan.
10. *Tellina ojiensis* Tok.—Habitat: Northern Japan.
11. *Tellina vestalioides* Yok.—Habitat: Northern Japan.
12. *Macoma nipponica* Tok.—Habitat: Northern Japan.
13. *Venericardia ferruginea* Adams.—Habitat: Northern Japan.
14. *Astarte hakodatensis* Yok.—Habitat: Northern Japan.
15. *Pecten swiftii* Bern.—Habitat: Northern Japan, Okhotsk and Behring Seas.
16. *Pecten yessoensis* Jay.—Habitat: Northern Japan, Okhotsk Sea.
17. *Pectunculus yessoensis* Sow.—Habitat: Northern Japan.
18. *Nucula insignis* Adams.—Habitat: Northern Japan.
19. *Terebratella pulvinata* Dall.—Habitat: Puget Sound (Washington).

Besides these northern forms, there are two which are now known as deep-sea forms. They are *Lima goliath* Sm. living near Central Japan, but at a depth of 400–750 fathoms and also in Patagonia, and *Leda ramsayi* Sm. which has been found living near New South Wales at a depth of 950 fathoms.

There is also a species among those described as new which is hardly distinguishable from the one now living in the circumpolar seas, and that is *Trophon subclavatus*.

From what has been stated above, it can not be doubted that during the deposition of the Lower Musashino the waters near the Miura Peninsula were much colder than they are at the present time, a condition similar to that ascertained by R. ARNOLD in the Upper Pliocene of California.¹⁾

Lastly, if we look at the respective zones into which the whole fauna has been divided, the percentage of the extinct as well as of the boreal forms against the total number of species found in each of them is as follows:

Name of Zones.	No. of Spec. found.	No. of Extinct Sp. and Percentage.	No. of Boreal Sp. and Percentage.
Naganuma	86	33 or 38,3%	6 or 6,9%
Koshiba	74	30 or 40,5%	13 or 17,5%
Kanazawa	27	8 ———	4 ———
Kamakura	10	1 ———	3 ———
Yokosuka	80	20 or 25,0%	3 or 3,7%
Miyata	96	25 or 26,0%	13 or 13,5%

Leaving aside the two zones of Kanazawa and Kamakura which have yielded only a small number of fossils, the percentage of the extinct as well as of the boreal forms in the four other zones is subject to a considerable change, a change in which no regularity can be found. But so much is true that the percentage of both forms is greatest in the Koshiba Zone. Therefore, if this is not a chance, I should infer that the cold waters which washed the shores of the Pacific side of Central Japan during the Lower Musashino had its greatest effect on the fauna of the Koshiba Zone, or in other words, the waters were coldest at that time. Of course, whether this was true or not, future studies can alone decide.

1) R. ARNOLD. Palæontology and Stratigraphy of the Marine Pliocene and Pleistocene of San Pedro, California (Mem. Calif. Acad. Sci., vol. III, 1903) p. 65.

It may not be quite out of place here to say a few words on the remains of the Pleistocene glaciers which, in 1911 I said, were entirely wanting in Japan.¹⁾ Soon after that, a German geographer, Dr. A. HERTXER, came to Japan and during his trip to the so-called Japanese Alps in Shinano asserted that he had discovered glacial scratches on blocks of stone found in the valley of the Azusagawa. On hearing this, several of our scientists went to see them, and one of them was rash enough to say that they are undoubtedly glacial scratches and that the only question is when they were made. Subsequently, however, the late Tetsunosuke Kato went to the place, made a careful research, and declared the so-called glacial scratches to have been caused during a landslide. I myself have not yet had an opportunity to examine them, but so much I can say now that even if those scratches be due to the action of ice, I see no need of modifying my previous assertion above alluded to, for, during the Pliocene time, when colder waters flowed near Central Japan than now, the Japanese Alps which even at present are snow-clad during the greater part of the year, if they were then high enough, would most likely have formed glaciers whose remains we should still see in many parts of the mountains. Such glaciers, however, glaciers in the sense of those of the great Ice-age of the West, according to my own opinion, did not exist, or else the scratches would be more widely distributed and not restricted to any single valley. Moreover, if glaciers were present, there must be also smoothed rocks, erratic blocks, boulder-clays, etc., which in the once ice-covered regions of Europe and America are very widely spread and can hardly escape the eyes even of a casual observer. From these considerations I deem the opinion of Kato as more probable, inasmuch as landslides are of frequent occurrence in Shinano.

I shall recur to the question of the climate of the past geological ages in future papers on the fossils of the Upper Musashino and of the still younger formations which I intend to publish as soon as circumstances will permit.

1) Climatic Changes in Japan since the Pliocene Epoch, p. 3. Journ. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokyo, 1911, Vol. XXXII. Art. 5.

DESCRIPTION OF THE SPECIES.

Subkingdom **Mollusca.**

Class **Gastropoda.**

Order **Opisthobranchiata.**

Family **Tornatinidæ.**

Genus ***Retusa***, BROWN.

1. ***Retusa minima***, YAMAKAWA.

PL. I. FIG. 1.

Retusa minima. YAMAKAWA, Descript. of Some Foss. Opisthobranchiata fr. Diluv. Dep. of Japan, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVIII, No. 212, May, 1911, p. 47, pl. XI, figs. 21-24.

We possess two specimens which can be identified with the above-named species which YAMAKAWA characterized as follows:—

“Shell small, thin, cylindrical, somewhat compressed in the middle; upper end depressed, concave, retuse, with a plicated nucleus in the centre of the bottom; lower end obtuse; suture deep; whorls four, flattened; surface smooth, only with many fine obtuse longitudinal growth-lines; aperture as long as the shell, narrow, linear, with the lower one-third abruptly expanded; pillar-lip with an obtuse fold; outer lip curved forward in the middle. Height 3 millim. Diam. 1.5 millim.”

One of our specimens measures 2.5 millim. in length and 1.2 millim. in thickness; while the other measures 2 millim. in length and 1 millim. in thickness.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Okine in Nagai); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

Genus ***Volvula***, A. ADAMS.

2. ***Volvula acuminata***, (BRUGUIÈRE).

PL. I. FIG. 2.

Volvula acuminata. TRYON, Man. Conch., vol. XV, p. 236, pl. XXVI, figs. 61, 62, pl. LX, fig. 11 (var. *brevis*).

Volvula acuta. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 32, pl. II, fig. 13.

Bulla acuminata. BRUGUIÈRE, Encycl. Méth., I, p. 376. Philippi, Enum. Moll. Sicil., I, p. 122, pl. VII, fig. 1. Wood, Crag Moll. I, p. 174, pl. XXI, fig. 7.

Cylichma acuminata. JEFFREYS, Brit. Moll. IV, p. 141, V, p. 222, pl. 93, fig. 1.

A single specimen of a small subfusiform shell, 3.5 millim. in height and 1.2 millim. in diameter, with acuminate apex and fine spiral lines at both ends. In form, it stands intermediate between the typical specimen of the species and its variety *brevis*, as figured by TRYON in his Manual of Conchology above cited. *Volvula acuta* TOKUNAGA from Oji is, as I am now convinced, identical with the Yokosuka-form, though somewhat less acute at apex (the figure given in TOKUNAGA's work represents the shell more cylindrical than it really is). Whether *Volvula oxytata* Bush (TRYON's Man., XV, p. 235, pl. 26, fig. 63) from the east coast of the United States is really different from the European *V. acuminata* is very doubtful; at least it comes quite close to the Japanese fossil.

Fossil occurrence in Japan:—Yokosuka Zone (Yokosuka); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Fossil occurrence in Europe:—Pliocene of Italy; Crag of England and Belgium.

Living:—Atlantic, from Norway to Mediterranean; Suez.

Family Scaphandridæ.

Genus *Cylichna*, LOVÉN.

3. *Cylichna musashiensis*, TOKUNAGA.

PL. I. FIG. 4.

Cylichna musashiensis. TOKUNAGA, Foss. Envir. Tokyo, p. 32, pl. II, fig. 12.

Eulla cylindracea. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 35 (non Pennant).

BRAUNS, in describing the fossils from Oji in 1881, identified this species with the well known Atlantic form *Cylichna cylindracea* Pennant in which, however, TOKUNAGA subsequently recognized a new species not yet known to be living either in the Japanese waters or elsewhere. On carefully comparing specimens from the environs of Tokyo with the figures and descriptions given of *Cylichna cylindracea* Pennant, I also came to the conclusion that they are different from the Atlantic species on the following grounds: the shell is decidedly shorter (TOKUNAGA erroneously says "more elongated"), is not compressed in the

middle, and the expansion of the basal portion of the aperture is less. The apex, however, is sunken just as in *Cylichna cylindracea* and funnel-shaped with bottom closed and bounded by a rounded margin.

In a single specimen which was obtained at Koshiha, the lower portion of the aperture is broken; but its general shape leaves no doubt of its being identical with TOKUNAGA's species. The transverse striations which TOKUNAGA thought to be absent are present in ours, though mostly obliterated by friction, and are most distinctly preserved on the apical part. It measures 14 millim. in length (or height) and 6 millim. in diameter.

Fossil occurrence:—Koshiha Zone (Koshiha); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

4. *Cylichna braunsi*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 5.

Shell small, quite cylindrical, slightly tapering at both ends, truncate above, rounded below. Surface with fine impressed transverse lines which are coarser and more distinct near the upper and lower ends, especially near the upper. Aperture linear, dilated below into an ovate shape. Apex sunken into a small shallow pit. Columella lip somewhat callous.

Two specimens. One measures 9 millim. in height and 2,8 millim. in diameter; while the other measures 7 millim. by 2,5 millim.

Fossil occurrence:—Naganuma Zone (Naganuma).

5. *Cylichna sibaensis*, YAMAKAWA.

PL. I. FIG. 6.

Cylichna sibaensis. YAMAKAWA, Descrip. Fossil Opisthobr. Japan, Journ. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVIII, No. 212, May, 1911, p. 48, pl. XI, figs. 25-29.

This species is readily distinguishable from the foregoing forms by its conically ovoid shape and thin shell. The surface is ornamented with fine transverse striae which YAMAKAWA mentions as occurring only in the anterior and posterior parts of the shell;

but in our specimens from Mukōbatake, (Kami-Miyata), they are also found in a region between, although so faint as to require a powerful lens and a good illumination to see them. YAMAKAWA mentions *Retusa phiala* A. ADAMS, *Retusa coelata* Bush, *Retusa ovata* JEFFR. and *Cylichna pyramidata* A. ADAMS among the recent species as more or less allied to the present one. The specimens are rather rare.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Mukōbatake in Kami-Miyata, and Nagai); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi.

6. *Cylichna yamakawai*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 7.

Bullinella striata. YAMAKAWA, Descript. Fossil Opisthobr. Japan, Journ. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVIII, May, 1911, p. 51, pl. XI, figs. 37-38.

YAMAKAWA gives the diagnosis of his *Bullinella striata* as follows:

“Shell small, thin, cylindrical, short, convolute, slightly compressed in the middle; anterior and posterior ends rounded; surface with obtuse lines of growth and transverse striations, the latter being very fine, rather distant and somewhat more indistinct in the anterior than in the posterior part of the shell; vertex neither depressed nor perforated; aperture entire, narrowed in the posterior portion, widened in the anterior, the widening beginning at two-fifths the length from the bottom; lip thin, straight behind, curved in front. Height 2.8 millim. Diameter 1.5 millim.”

Of the two specimens obtained at Yokosuka, one measures nearly 3 millim. in length.

Fossil occurrence:—Yokosuka Zone (Yokosuka between Shioiri and Sakamoto); Upper Musashino of Shimo-Sueyoshi and of Dokwanayama, both near Tokyo.

The specific name *striata* was changed into *Yamakawai*, as I do not recognize the distinction of *Bullinella* from *Cylichna*, in which case *striata* is a name already preoccupied by JEFFREYS (Ann. Mag. Nat. Hist. (4) XX, p. 492).

7. *Cylichna orientalis*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 9.

A small subcylindrical shell, 8 millim. in height and 3 millim. in diameter, slightly tapering both above and below. The linear aperture is dilated at the basal portion where it is considerably produced downward, ending in a blunt point. The columella is reflected outward and broad, with the outer lip thin. The surface is water-worn, but very finely transversely striated.

The living species which may be brought into comparison with the present one are *Cylichna concinna* A. ADAMS (TRYON, Man. Conch. XV, p. 309, pl. 59, fig. 10) from the Japanese waters and *Cylichna ordinaria* Smith (TRYON, p. 319, pl. 27, fig. 90) from Australia. But both have the basal portion of the aperture not so much produced, and besides, the former has a deep umbilicus. Rare.

Fossil occurrence:—Koshiha Zone (Koshiha).

Family Ringiculidæ.

Genus *Ringicula*, DESHAYES.8. *Ringicula musashinoensis*, YOKOYAMA.

PL. I. FIGS. 3, 8.

Ringicula arcata. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 30, TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 32, pl. II, fig. 11.

Shell small, ovately globose, with apex acute. Whorls four, convex, very rapidly growing and spirally ornamented with fine impressed lines which number about seven on the penultimate and about ten on the ultimate whorl. These lines are often faint or invisible on rubbed specimens. Base rounded. Aperture elongated, longer than half the height of the shell, and anteriorly somewhat widened and notched. Posterior canal present. Columellar folds two, strong and prominent. Callus of the inner lip broad, half as long as the aperture and projecting into the latter as a broad triangular tooth. Outer lip thickened and swollen, running downward so that it is more or less parallel to the axis of the shell. Height 4 millim. Diameter 3 millim.

This is the shell described by BRAUNS and TOKUNAGA as *Ringicula arctata* GOULD from which it differs in having a more rounded base. The closest ally of this species is probably *Ringicula doliaris* GOULD which lives in Central Japan. But this latter species is said to have the outer lip thin. *Ringicula caron* HINDS (TRYON, Man. Conch., vol. XV, pl. 47, fig. 68) is also related to the present species; but the outer lip is corrugated in the former.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Shimo-Miyata and Nagai); Yokosuka Zone (Yokosuka); Naganuma Zone (Naganuma), frequent; Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

Living:—Central Japan (Sagami Bay).

Order **Prosobranchiata.**

Family **Terebridæ.**

Genus ***Terebra***, ADANSON.

9. ***Terebra lischkeana***, DUNKER.

PL. I. FIG. 10.

Terebra lischkeana. DUNKER, Index Moll. Maris Japon., p. 71, pl. V, figs. 13-16.

A single specimen. The shell is subulate, consisting of many flatly convex whorls ornamented with somewhat curved roof-shaped longitudinal riblets which turn their concave side towards the front and their upper end somewhat toward behind. The number of these riblets is about eighteen on the last whorl on the base of which they are obsolete. The interspaces are broadly V-shaped and ornamented with fine impressed transverse lines. On all the whorls there is a transverse groove at about one-third the height of the whorl from the upper suture. Canal short and recurved.

Our specimen lacks the apex and shows only twelve whorls, while perfect ones are said to have seventeen to eighteen. The diameter is 7 millim.; the height, if perfect, would be about 30 millim.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Kami-Miyata). Upper Musashino of Shimosa.

Living:—Central Japan (Sagami Bay).

10. *Terebra recticostata*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 11.

Shell subulate; whorls about twelve, of which the two uppermost are embryonal and smooth; the others are only slightly convex with a subsutural band of coarse tubercles numbering thirteen on the penultimate and fourteen on the ultimate whorl. Below these tubercles there are rounded vertical ribs just as many as the tubercles, separated from them by a wide though shallow transverse (spiral) groove in the bottom of which there is an impressed transverse (spiral) line more distinct in the upper than in the lower whorls. The ribs which become weak at the lower suture and almost obsolete on the base of the last whorl below the rounded periphery are separated from each other by a concave interspace which is more than double the breadth of the ribs. Growth-lines distinct. Aperture subrhombic. Canal short, bent. A short posterior canal is also present. Columella lip somewhat flattened and depressed with a median longitudinal groove. Outer lip thin and sharp. A single specimen obtained measures 24 millim. in height and 6 millim. in diameter.

This species somewhat resembles *Terebra serotina* AD. and REEVE (Voy. Samarang, p. 30, pl. X, fig. 12), but the ribs are less in number and the groove below the tubercular band broader.

Fossil occurrence:—Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Shimosa.

11. *Terebra naumanni*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 12.

Shell subulate; whorls many, slightly concave, with two somewhat elevated sutural bands carrying tubercles, the one close to the upper suture and the other close to the lower. The two bands are unequal in breadth, the lower being nearly twice as

broad as the upper. The tubercles are mostly somewhat elongated longitudinally, equal in number in the two bands, but larger in the lower. Their number is about seventeen in the last whorl. Between the tubercular bands and connecting their tubercles, there are rounded vertical riblets, somewhat curved and turning their concave sides towards the front, quite fused with the upper tubercles, but separated from the lower ones by a fine sharp groove. The interspaces between the riblets are flat and wider than the latter. The riblets as well as the interspaces are coarsely, but closely, transversely striated, the striae being subequal or unequal and commonly about six in number. The bands are also very finely striated in transverse direction. On the body-whorl, the periphery is formed by a row of tubercles somewhat smaller than those of the infra-sutural band, but equal in number to the latter. Below the periphery which may be called roundly angular, the surface is spirally threaded and crossed by weak longitudinal riblets which are the basal continuations of those found on the flanks of the shell.

Four specimens, none of which is perfect, being broken in the apertural as well as in the apical portion. The canal, however, is preserved; it is short and recurved. The number of whorls seems to have been about fifteen. One specimen measures 6.5 millim. in diameter; the height, if complete, would be about 30 millim.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

12. *Terebra tokunagai*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 13.

Shell subulate; whorls many, somewhat concave, with two sutural bands of tubercles, the one upper or infrasutural and the other lower or suprasutural. The tubercles of the upper band are elongated longitudinally and also somewhat obliquely with the upper end directed forward, and are much larger than those of the lower band which are more roundish in shape, except on the last whorl in which they form the periphery; they are just as large as the others, and also somewhat obliquely elongated, though in an

opposite sense, turning their upper ends towards behind. The number of tubercles of the one band is nearly equal to that of the other and is about twenty-three on the last whorl; the interspaces between the tubercles are nearly equal in breadth to the latter. Between the upper and lower bands, the space is coarsely marked with growth-lines with a fine thread of small tubercles, often very faint, just below the upper band. Periphery bluntly angular. Base with coarse lines of growth and with a faint transverse groove bounding the peripheral tubercles from below. Canal short, bent sideward and then a little backward.

A single specimen with the upper end broken. The whorls preserved number ten, with length 23 millim. and diameter 5.5 millim. If the whorls were complete, the length would be about 30 millim.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Family **Conidæ**.

Genus ***Conus***, LINNÉ.

13. ***Conus sieboldi***, REEVE.

PL. I. FIG. 14.

Conus sieboldi. REEVE, Conch. Icon., vol. I, suppl., pl. I, spec. 269. Sowerby, Thesaur. Conchyl., vol. III, p. 13, pl. 202, fig. 369. Dunker, Ind. Moll. Maris Japon., p. 93.

A single specimen, a little over 50 millim. in height and 23 millim. in diameter. Although the surface is much worn and the apical part of the spire is broken, the slender and longly conical shell with carinated shoulders and sunken whorls are too characteristic to be mistaken for any other species than that above mentioned. The transverse grooves at the lower part of the body-whorl number about six.

Fossil occurrence.—Koshiba Zone (Koshiba).

Living.—Central Japan; China.

14. ***Conus tuberculatus***, YOKOYAMA.

PL. I. FIGS. 15, 16.

Shell small, elongate-conic; spire elevated, acute, slightly concave when seen sideways; whorls seven to eight, shouldered;

shoulders tuberculated, above which the surface is somewhat concave with fine spiral striae and oblique lines of growth; on the body-whorl the tubercles are less distinct with the surface below it mostly smooth, the fine spiral grooves only appearing near the lower end. Aperture long and linear with the lower end somewhat truncate.

The specimens are not rare, but all more or less water-worn, on which account the tubercles are often indistinct. Fig. 15 shows a worn specimen, 17 millim. in height and 8 millim. in diameter. Fig. 16. is a better preserved specimen, measuring 14 millim. by 7 millim.

The related species are *Conus d'Orbigny* ARD. (TRYON, Conch., vol. X, p. 75, pl. 23, fig. 96) from the Japanese and Chinese waters and *Conus antediluvianus* BROU. (HÖRNES, Moll. Wiener-Beckens, p. 138, pl. V, fig. 2) from the European Neogene, from which, however, our fossil is readily distinguishable by its shorter spire.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata); Koshiha Zone (Koshiha).

Family **Pleurotomidæ.**

Genus ***Pleurotoma***, LAMARCK.

15. ***Pleurotoma kamakurana***, PILSBRY.

PL. I. FIG. 17.

Pleurotoma? kamakurana. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 16, pl. II, figs. 15, 16.

This shell is elongate-fusiform in shape, with the canal nearly as long as the spire; the whorls are very convex, almost angular, concave above and appressed at the suture. The sculpture consists of numerous short vertical folds and numerous subequal crowded spiral threads. The vertical folds on the body-whorl do not reach the level of the upper angle of the shell-aperture, becoming obsolete as they approach that level. The aperture is longly oval, passing below into a long, open, straight canal. Sinus wide and shallow; outer lip gently arched forward.

We possess two imperfect specimens, the larger of which is 12

millim. in diameter. It lacks, however, both apex and lower end of the canal, and also the outer lip.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha); Kanazawa Zone (Nojima, Kanazawa, Teramae).

Living.—Central Japan.

16. *Pleurotoma mediocarinata*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 18.

Shell short-fusiform; spire moderately high, but shorter than body-whorl; whorls seven, the two uppermost ones being embryonal, smooth and convex, the others with an elevated rounded spiral keel in the middle representing the sinus-band; the surface above this keel is concave, below it flatly convex and vertical, both being ornamented with fine spiral threads. Lines of growth very coarse, especially on the keel, making it appear finely toothed. The body-whorl below the keel is broadly convex, forming a rounded periphery, and ornamented with numerous unequal spiral threads. Aperture longly rhombic, nearly half as long as the shell, pointed behind, narrowed in front passing into a short, somewhat curved canal. Inner lip smooth, with a thin callus spread over it. Outer lip thin, sharp, with a deep sinus at some distance from the impressed suture; the lip below the sinus is arched forward. Height 25 millim. Diameter 11 millim. Length of aperture together with canal 12 millim.

A single specimen, but well preserved. The high elevated rib-like sinus-band is very characteristic.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Nojima).

17. *Pleurotoma (Drillia) principalis* (PILSBRY).

PL. I. FIG. 20.

Pleurotoma (Drillia) principalis. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 14, pl. I, fig. 23.

Drillia principalis. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 17, pl. II, figs. 9, 10.

PILSBRY in the above cited work describes this species in full. Therefore I add here only that the oblique longitudinal folds in the body-whorl decrease in size near the last part of it, often becoming obsolete.

The specimens are rather numerous, especially at Naganuma. From Koshiba we possess only young ones.

Fossil occurrence.—Koshiba Zone (Koshiba) and Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi and Shimosa.

Living.—Northern, Central and Western Japan.

18. *Pleurotoma* (*Drillia*) *pseudo-principalis*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 21.

Shell turrete, pointed; whorls about thirteen, markedly concave above, somewhat convex below, the boundary between being very sharp and distinct; the concave surface is spirally striated and bounded above by a prominent subsutural thread; the convex surface which occupies the greater part of the whorl is ornamented with oblique longitudinal ribs (about twelve on the penultimate whorl) which are generally narrow and sharp in the lower whorls, and broad and rounded in the upper; but in the lower whorls also, there are occasionally such broad ones between. These ribs begin abruptly below the concave surface and continue to the lower suture either in the same strength or gradually weakening. The interspaces between the narrower ribs are much broader than the latter, while those between the broader ones in the upper whorls are either equal to, or narrower than, the ribs; they are everywhere spirally threaded, with threads equal and generally indistinct or obsolete on the ribs. On the body-whorl, the ribs are somewhat flexuous, weaker and closer together toward its last part and vanishing on the base. Aperture elongated, with a deep sinus below the infrasutural thread with the outer lip below it broadly arched forward. Canal short, nearly straight. Height 28 millim. Diameter 8 millim. Length of aperture obliquely measured 9 millim. Rather rare.

This shell looks not unlike the preceding species, but the body-whorl is comparatively longer, the shape more slender and the sub-basal sinus is absent.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu); Naganuma Zone (Naganuma).

19. *Pleurotoma (Drillia) quantoana*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 22.

Shell turrete; spire moderately high, consisting of many whorls; whorls somewhat angulated a little below the middle, the angle being formed by a spiral riblet; the surface above the angle is flat, sloping, ornamented with five to six spiral threads, the second one of which from above is stronger than the others and almost equal to the riblet of the angle; the surface below the angle is perpendicular with two riblets of about the same size as the one above them, except on the body-whorl in which there are subequal riblets which generally gradually decrease in size toward below. Periphery rounded. Canal short, straight. Sinus moderately deep, a little distant from suture, with the lip below arched forward.

Unfortunately a single specimen obtained lacks both apex and outer lip. The preserved whorls are only five, but they seem to have been about ten in number which would make the height about 25 millim. Diameter 7 millim.

In general form this species reminds us of *Pleurotoma vertebrata* Smith (Proc. Zool. Soc., 1879, p. 186, pl. XIX, fig. 6) from Central Japan which is, however, tricarinate.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi.

20. *Pleurotoma (Drillia) cosibensis*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 26.

Shell small, fusiform; whorls eight, the two first smooth and rounded, the others shouldered, with the surface above shoulders concave and below them convex; the concave surface has an impressed spiral line in its bottom; the convex surface is ornamented with many oblique, obtuse, longitudinal riblets, nineteen in the penultimate whorl, gradually diminishing in size toward the lower suture and separated by interspaces of a less breadth; the interspaces as well as the ribs are provided with fine

subequal spiral threads. In the body-whorl the ribs disappear below the rounded periphery, with only spiral threads on the base. Aperture sub-rhombic, angular behind, passing in front into a short wide canal slightly bent backward. Columella smooth. Outer lip thickened but sharp-margined. Sinus moderately deep, somewhat below suture, with the margin below it broadly arched forward. Sub-basal notch wide and shallow. Height 17 millim. Diameter 5,5 millim. Length of aperture and canal together 6,5 millim. Rather frequent.

This species is also allied to *Pleurotoma principalis* above mentioned, but is smaller and the ribs much more numerous.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

21. *Pleurotoma (Drillia) nivalioides*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 27.

Shell small, turrete, with body-whorl nearly one-half the shell-height; whorls eleven, shouldered with the exception of two embryonal ones which are convex; shoulders furnished with obliquely elongated tubercles separated by somewhat wider interspaces; surface above shoulders flatly concave, transversely striated, with a subsutural thread in the upper part; surface below shoulders nearly perpendicular with two vertical threads proceeding from each tubercle and crossed by a few unequal transverse threads with cross-points more or less tubercular. On the body-whorl, the infra-tubercular vertical threads are crossed by many unequal, rather distant, transverse ones, so that the whole surface appears cancellated, with cross-points more or less tubercular as in the upper whorls. Inner lip smooth, with a thin callus, somewhat flexuous. Canal short, recurved. Sinus rather shallow.

There are two specimens, one from Koshiha and one from Naganuma. Both lack the outer lip; but that it was broadly arched forward below the sinus is quite certain. The Koshiha specimen measures 16 millim. in height, 4,5 millim. in diameter, and 6 millim. in length of aperture, and shows twenty tubercles on the penultimate whorl, while that of Naganuma is 14 millim.

in height, 4 millim. in diameter, 3,8 millim. in length of aperture and has fifteen tubercles on the penultimate whorl. In general the former seems to have been much water-worn.

This species has a great resemblance in shape to *Bela nivalis* LOVEN of the North Atlantic (TRYON, Man. Conch., VI, pl. 7, fig. 82) in which the whorls are more convex, the canal longer and the shoulders not tuberculated.

Fossil occurrence.—Koshiba Zone (Koshiba); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Oji.

22. *Pleurotoma* (*Drillia*) *benten*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 23.

Shell small, polished, rather fusiform, the greatest diameter being somewhat below the middle; whorls eight, of which the two first are smooth and rounded, and the others with the upper one-third smooth and flat or flatly concave, and the lower two-thirds convex and obliquely plicated; plicæ broad and blunt, with interspaces of nearly equal breadth, about nine in the penultimate whorl, and almost obsolete in the last part of the body-whorl. Spiral sculpture entirely absent. Periphery rounded. Aperture somewhat widened above, passing below into a wide, short and nearly straight canal which is truncate at base. Inner lip smooth. Outer lip sharp, with a very deep and interiorly somewhat widened sinus at some distance from the suture. Lip-margin below the sinus arched forward and with a shallow sub-basal notch. Height 12 millim. Diameter 3,5 millim. Length of aperture 4 millim.

A single, but perfect specimen.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

23. *Pleurotoma* (*Drillia*) *braunsi*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 25.

Shell small, fusiform, body-whorl somewhat longer than half the shell-height; whorls about eight, the upper two smooth and rounded, the others longitudinally and somewhat obliquely ribbed;

ribs about ten in the penultimate whorl, rounded, separated by interspaces of about equal breadth, and present only in the lower two-thirds of the whorls, the surface above being smooth and somewhat concave. No spiral sculpture. Periphery formed by the shoulders of ribs, below which the surface is convex, with ribs gradually weakening and vanishing in the base. Aperture subrhombic, passing into an elongated and slightly recurved canal in front. Inner lip smooth; outer lip sharp, strengthened externally by a rib. Sinus distinct, but shallow and broad, and situated somewhat below the suture. Height 14 millim. Diameter 5 millim. Length of aperture together with canal 6 millim. Not rare at Koshiha.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha) and Naganuma Zone (Naganuma)

24. *Pleurotoma (Mangilia) deshayesii*, DUNKER.

PL. I. FIG. 24.

Mangilia deshayesii. DUNKER, Moll. Jap., p. 3, pl. I, fig. 3. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 19. TRYON, Man. Conch., VI, p. 256, pl. 22, fig. 71.

A single specimen.

The shell is small, rather thin, and fusiform. The whorls number seven, the two first being embryonal and smooth; the remaining ones have the upper third sloping and flat, and the lower two-thirds perpendicular and flatly convex. The sculpture consists of longitudinal riblets and spiral threads. The riblets are straight, obtuse, reaching from the upper suture to the lower, about twelve in number in the body-whorl and separated by interspaces of a nearly equal breadth. The threads are four in number in whorls excepting the last one, unequal, the uppermost being the smallest and the second the largest, the two lower ones being nearly equal in size. The threads in the body-whorl are unequal and many, covering also the whole base where there are also longitudinal riblets. Inner lip smooth. Canal elongated, nearly straight. The outer lip is broken, but the sinus seems to have been close to the suture and rather shallow. Height 9 millim. Diameter 2,5 millim. Length of aperture 4,5 millim.

This shell is, I believe, what DUNKER described under the above name, though his description is brief and the figures are rather indistinct.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha); Upper Musashino of Shimosa.

Living.—Western Japan.

25. *Pleurotoma* (*Mangilia*) *miyatensis*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 2.

Shell small, rather thick, fusiform. Whorls about seven, the first two being smooth and rounded, and the remaining ones with the upper one-third sloping and slightly concave and the lower two-thirds perpendicular and nearly flat. The sculpture consists of longitudinal costellæ and spiral threads whose crossing points are more or less tuberculated. The costellæ are numerous, close, rounded or even flattened, about twenty-one in the penultimate whorl, separated by interspaces of a less breadth, somewhat bent backward at the angles with the part above them strongly oblique, below them only a little so. The threads are finer on the sloping surface, coarser on the perpendicular, usually five in each, sometimes with one or two interstitial ones. On the body-whorl, the costellæ become obsolete towards the aperture and base which latter is usually provided only with spiral threads. Aperture elongated. Inner lip smooth. Outer lip rather thin, with a broad shallow notch, a little below the suture, situated where the surface makes an angle.

There are several examples, of which the largest shows the following dimensions:

Height 20 millim. Diameter 7 millim. Length of body-whorl 12 millim. Length of aperture 9,5 millim.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata and Kami-Miyata).

26. *Pleurotoma* (*Surcula* ?) *nojimensis*, YOKOYAMA.

PL. I. FIG. 19.

A single specimen lacking apex and outer lip.

The shell is fusiform and rather solid. The whorls may have been about nine in number, but those which are preserved are only five. They are sharply keeled, with the keel much nearer to the lower suture than to the upper; the surface above the keel is sloping and very slightly convex, below it somewhat receding and nearly perpendicular. The sculpture consists of spiral impressed lines which make the interspaces look like threads which are generally subequal and flatly convex, especially above the keel. The number of these threads varies, but commonly a little over ten above the keel and three below it, except on the body-whorl in which there are many infra-carinal threads down to the very end of the canal. Inner lip smooth. Sinus somewhat below the suture and just above the keel, shallow and broad. Canal moderate, recurved. Height about 17 (?) millim. Diameter 6.5 millim.

This species shows a great resemblance to *Sarcula clara* MART. (TRYON, Man. Conch., VI, pl. 6, fig. 77) of Patagonia in the form of the whorls, but the canal in the latter is much longer and straighter.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Nojima).

27. *Pleurotoma* (Bela ?) *glabra*, YOKOYAMA.

PL. II. FIG. 1.

A single specimen. It is small, thin-shelled, short-fusiform, with about six convex, perfectly smooth whorls. The body-whorl is longer than the spire. The inner lip is smooth without any callus. The outer lip is thin and broken. The canal is recurved and broken at the anterior end, but it seems not to have been long. The sinus as judged by growth-lines is near the suture, shallow with the lip-margin below it broadly arched. The diameter is 4 millim. The height, if perfect, would be about 10 millim.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

Family *Cancellariidæ*.Genus *Cancellaria*, LAMARCK.28. *Cancellaria spengleriana*, DESHAYES.

PL. II. FIGS. 2, 3.

Cancellaria spengleriana. SOWERBY, Thes. Conch., vol. II, p. 439, pl. 93, fig. 29. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 103. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 11, pl. I, fig. 15.

This is a shell which is very frequently met with living in Central and Western Japan. The form is in general suboval with a short but pointed spire. The whorls number about eight, of which the first two are embryonal and smooth; the others are angulated, with the surface above the angle somewhat sloping or nearly horizontal, and with the surface below the same nearly perpendicular, so that the angle may be obtuse or sometimes nearly right-angled. The sculpture consists of rounded longitudinal ribs and fine spiral grooves which latter make the surface between them look like broad flattened transverse riblets. The number of longitudinal ribs varies between ten and fifteen, so that in some specimens they are closer than in others. They are more or less tuberculated at the angle, the tubercles often being sharp and somewhat spiny. Below the angle and especially in the body-whorl, their crossing points with the spiral riblets show a tendency to elevate themselves into tubercles. The oblique folds of the columella are normally three in number, but there is often a fourth one developed between the upper two, though somewhat smaller. The lip outside of the folds is more or less tubercular, with rounded and elongated elevations, SOWERBY's description, that the columella is granulated probably pointing to this character. The outer lip is denticulate at margin with many distant spiral threads within. Rather frequent.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

Living.—Central and Western Japan; Philippines; Australia.

Genus *Admete*, KROYER.29. *Admete viridula* (FABRICIUS).

PL. II. FIG. 5.

Admete viridula. SARS, Moll. Norv. Arct., p. 402. Middendorf, Moll. Ross., II. pl. 10, figs. 3-4. KOBELT, in Syst. Conch. Cab. von Martini und Chemnitz, vol. IV, part 4, Genus Cancellaria, p. 93, pl. 24, figs. 1-7. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 104. TRYON, Man. Conch., vol VII. p. 84, pl. VII, figs. 23-28.

Admete crispa. MÖLLER, Ind. Moll. Groenl., p. 15.

Tritonuus viridulum. FABRICIUS, Fauna Groenl., p. 402.

Cancellaria viridula. SOWERBY, Thes. Conch. II, p. 449, pl. 96, fig. 102.

The shell is thin. ovately conical and subturrete: the whorls are about six in number of which the upper two are smooth and rounded: the other whorls are convex, obtusely and faintly angulated somewhat above the middle. with the surface above it sloping, and below it a little convex. Spirally striated; striae distinct, but inequidistant, unequal, the largest one being just at the place of angulation above which in the penultimate whorl there is a single fine stria, while there are four subequal ones below. In the body-whorl which is quite swollen, the angle is rather indistinct, with thirteen striae below it, which are at first rather distant, but get closer and finer toward the base. Lines of growth unequal and coarse, so coarse in some places as to look like longitudinal riblets: and indeed in the upper whorls they are really changed into such. Aperture ovate: outer lip sharp with margin smooth; columella arcuate with a thin callus spread over it and with three indistant oblique folds, the middle one of which is the weakest. Canal indistinct. Only a single specimen. Height 8.5 millim. Diameter 5 millim. Length of aperture 4 millim.

This species is said to be very variable in shape. TRYON in his Manual of Conchology considers *Cancellaria subangulosa* Wood of the Crag. *Admete buccinoides* COUTH. of the east coast of America and *Admete costellifera* Sow. (habitat?) as identical with the present species. Anyhow the variability is certain, and our only specimen looks most like the one shown in fig. 4, pl. 24 of KOBELT.

Fossil occurrence in Japan.—Koshiha Zone (Koshiha).

Fossil occurrence in foreign countries.—Pliocene of Belgium; Pliocene of England (Tryon).

Living.—Circumboreal; in Japan, in Aniwa Bay, Sakhalin.

Family **Volutidæ**.

Genus ***Voluta***, LINNÉ.

30. ***Voluta megaspira*** SOWERBY.

PL. II. FIG. 18.

Voluta megaspira. SOWERBY, Thesaur. Conch., vol. I, *Voluta*, p. 208, pl. 48, figs. 31, 32. DUNKER, Index Moll., p. 49. LISCHKE, Jap. Meeres Conch., II, p. 167, III, p. 43. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 24.

Voluta lyriformis. KÜSTER in Conch. Cab. Martini u. Chemn., vol. V, pl. 2, Volutacea, p. 177, pl. 28, fig. 1.

Numerous specimens, especially from Koshiba, agree very well with our living forms and also with the one figured by KÜSTER from an unknown locality. The longitudinal ribs or plications generally become obsolete in the body-whorl, at least in its last part. Traces of transverse striations are visible in some specimens, especially in the upper half of the whorls. The columella folds vary in number, but at least two with the lower stronger, but often an intermediate fold and also a weaker one above the upper fold are developed.

The largest specimen from Koshiba which lacks the lower portion is 40 millim. in diameter, so that the height, if perfect, would be about 120 millim. The number of whorls is seven and a half.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Iwaguchi and Jinya-ato in Kami-Miyata); Kamakura Zone (Kewaizaka in Kamakura); Kanazawa Zone (Nojima and Kanazawa); Koshiba Zone (Koshiba); Naganuma Zone (Naganuma and Iijima). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Northern, Central and Western Japan.

Family **Mitridæ**.Genus **Mitra**, LAMARCK.31. **Mitra ebenus**, LAMARCK.

PL. II. FIG. 4.

Mitra ebenus. LAMARCK, *Annal. du Mus.*, vol. XVII, No. 58. *HIST. NAT.* VII, p. 319, No. 58. SOWERBY, *Thesaur. Conch.*, IV, *Mitra* p. 32, No. 428, pl. 368, figs. 329, 334-336. TRYON, *Man. Conch.*, IV, p. 124, pl. 36, figs. 84-88, pl. 37, figs. 89, 90. PHILIPPI, *Enum. Moll. Sicil.*, vol. I, p. 229, pl. XII, figs. 9, 10. WOOD, *Crag Moll.*, *supplem.*, p. 7, pl. III, fig. 6. HÖRNES, *Foss. Moll. Wiener Beckens*, I, p. 109, pl. X, figs. 11-13.

Mitra pyramidella. CERULLI-IRELLI, *Fauna Mal. Mar.*, pt. V, p. 237, pl. XXI, fig. 23.

This polymorphous shell is represented by a single specimen 7 millim. in height and 3 millim. in diameter. It is fusiform in shape, with about six whorls which are a little convex, and in general smooth, though faint indications of longitudinal folds are visible in some places. The sutures are deep, making the whorls look somewhat telescopic. Columella folds four, with the uppermost the strongest; the others are somewhat distant from the uppermost with the lowest very weak and hardly visible. Aperture subrhombic, elongated. Canal short and recurved. The general feature of the shell is like the Crag form, though not so slender, in which respect our specimen looks more like fig. 336 of SOWERBY. The Crag species is said to have only a single columella fold and is accordingly treated as var. *uniplicata* by Wood.

Fossil occurrence in Japan.—Koshiba Zone (Koshiba).

Fossil occurrence in foreign countries.—Coralline Crag of England, Pliocene of Italy, Miocene of France, Germany, Austria etc.

Living.—Mediterranean Sea and Atlantic coast of Northern Africa.

32. **Mitra fusiformis**, (BROCCHI).

PL. II. FIG. 6.

Mitra fusiformis. WOOD, *Crag Moll.*, *supplem.*, p. 8, pl. V, fig. 3 ab. HÖRNES, *Foss. Moll. Wiener Beckens*, vol. I, p. 98, pl. X, figs. 4-7. CERULLI-IRELLI, *Fauna Malac. Mariana*, pt. V, p. 235, pl. XXI, fig. 19.

Voluta fusiformis. BROCCHI, *Conch. Foss. Subap.*, vol. II, p. 315, No. 16.

A single specimen lacking the apex. In a perfect state, it would have measured about 24 millim. in height. The whorls are

smooth, plano-convex, separated by deep, impressed sutures. The columella folds number four, the lowest being the smallest and somewhat indistinct. In the lower part of the body-whorl, transverse striations are faintly visible which seem to have been mostly obliterated by friction. Our specimen shows the greatest resemblance to the figures given by HÖRNES, with a slight difference in the outer lip which curves more rapidly inward below than in the Vienna form, thus making the breadth of the lower end of the canal somewhat narrower.

Fossil occurrence in Japan.—Koshiha Zone (Koshiha).

Fossil occurrence in foreign countries.—Red Crag of England, Subappennine formation of Italy, Miocene of Vienna, Bordeaux, Dax. etc.

35. *Mitra plicifera*, YOKOYAMA.

PL. II. FIG. 16.

Shell elongate-fusiform, rather thin, with spire pointed; whorls about ten, moderately convex, longitudinally ribbed and also spirally finely grooved; ribs many, fourteen to sixteen in number, elevated, flatly roof-like with broadly V-shaped interspaces in the upper whorls, less elevated and rounded in the lower, becoming almost obsolete in the body-whorl; spiral grooves small, more than ten in number, except in the body-whorl where they increase to more than thirty, subequal or unequal, and generally with flat-bottoms. Aperture elongated, Columella folds three, oblique with the middle one weaker than the other two.

There are several specimens which, however, have the outer lip and canal broken. But the canal seems to have been moderately long. The shell is tolerably large, the largest specimen measuring about 20 millim. in diameter. The entire height may have been about four times as much.

This species is in shape not unlike *Mitra scrobiculata* Broc. (Conch. Foss. Subap., II, p. 317. No. 17) from the Pliocene of Italy and also from the Vienna Basin. But it is easily distinguished from the latter by the presence of longitudinal ribs in the upper whorls.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

34 *Mitra* (*Costellaria*) *emmae*, YOKOYAMA.

PL. VI. FIG. 4.

A single example, 12 millim. in height and 4.5 millim. in diameter.

The shell is small, rather solid and fusiform in shape, with the body-whorl nearly twice as long as the spire. The whorls are eight in number and, with the exception of the first two smooth rounded ones, flattened in the upper half and convex in the lower. They are longitudinally plicate; the plicæ which number about twenty-two on the penultimate whorl, are low, roof-like and somewhat oblique, being separated by broad v-shaped valleys which show fine, indistinct, spiral lines. The base is to a greater part smooth, the only ornaments being the weak continuations of the longitudinal plicæ and a few spiral ribs found at its extreme end which are runners of the oblique folds of the inner lip. The latter number four in all, decreasing in size from above downward. Outer lip broken.

This species is much like a shell figured by Smith as a variety of *Mitra inermis* REEVE in the Proc. Zool. Soc. London, 1879 (pl. XX, figs. 53, 53 a). But in the latter the lower half of the whorls is not convex as in ours.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata).

Family **Fasciolariidæ.**

Genus *Fusus*, LAMARCK.

35. *Fusus niponicus*, SMITH.

PL. II. FIG. 7.

Fusus niponicus. SOWERBY, Thes. Conch., vol. IV, p. 79, pl. 411, fig. 70. SMITH, Proc. Zool. Soc. London, 1879, p. 203, pl. XX, fig. 12.

Two young specimens, one of which is imperfect but larger, measuring 28 millim. in height, while the other more perfect one measures 23 millim. in height. The whorls are about eight in number, of which the uppermost two are embryonal, smooth and

shining; the others are moderately convex and longitudinally plicated, with plicæ about fifteen in number on the penultimate and obsolete on the body-whorl. There are also distant spiral threads, about six on the penultimate and many on the ultimate whorl, which on crossing the plicæ elevate into compressed transversely elongated tubercles. The interspaces between threads are filled up by finer spiral threads or striae. Aperture rhombic, passing below into a long canal somewhat curved backward. Outer lip is thin and broken in our specimen, but it is said to be crenate within according to SOWERBY.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Maruyama-no-Saka in Shimo-Miyata); Koshiba Zone (Koshiba). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Central Japan.

36. *Fusus perplexus*, A. ADAMS.

PL. II. FIG. 17.

Fusus perplexus. A. ADAMS, Jour. Linn. Soc., 1864, VII, p. 106. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 26. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 6, pl. I, fig. 6.

Fusus inconstans. LISCHKE, Jap. Meeres Conch., I, p. 34, pl. II, figs. 1-6, II, p. 26, pl. III, figs. 1-5. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 55.

Three imperfect specimens which, however, can easily be recognized by the longitudinal plicæ and unequal spiral threads. The living representative of this species is very common on the coast of Central Japan.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living.—Northern, Central and Western Japan.

Family Buccinidæ.

Genus *Chrysodomus*, SWAINSON.

37. *Chrysodomus phœniceus*, DALL.

PL. II. FIGS. 8, 9, 10.

Chrysodomus phœniceus. DALL, Proc. U. S. Nat. Mus., vol. XIV, 1891, p. 187, vol. XVII, 1895, p. 708, pl. XXIX, fig. 1.

The shell is ovately fusiform and rather solid; the whorls number about six with the uppermost two embryonal and smooth;

the other four are convex and spirally threaded, with threads unequal, several smaller (unequal) threads being found between the larger and more distant ones.

Growth-lines coarse. Aperture subrhombic, with a short recurved canal.

The whorls show some variation in form. When the larger spiral threads are very coarse, the whorls, especially the body-whorl, are sub-angulated at the periphery (fig. 10.); when they are not specially coarse, then the whorls are more rounded (fig. 9). Fig. 8 shows a form intermediate between the two.

Rather frequent.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Nojima); Koshiha Zone (Koshiha); Naganuma Zone (Iijima and Kikkōsan).

Living.—British Columbia ($50^{\circ} 49' N.$ Lat.), at 238 fathoms with water-temperature $7^{\circ}C$. A specimen is in my possession from an unknown locality in Japan, measuring 53 millim. in height.

38. *Chrysodomus schrencki*, YOKOYAMA. . .

PL. III. FIG. 1.

The specimens are frequent, but invariably more or less fractured, so that a full description of the shell must be postponed to the future.

In general, however, the shell is moderate-sized, rather thin and turrete-fusiform in shape. The whorls which may number about ten are convex and separated from each other by a narrow, but distinct, shallow, horizontal canal, bordered exteriorly by a low ridge. Body-whorl long, about as long as the spire. The sculpture consists of regular, subequidistant, spiral, impressed lines which number about twelve on the penultimate whorl. Aperture oval, passing below into a short, rather bent canal. Growth-lines coarse. The figured specimen measures about 35 millim. in diameter. Its height, if perfect, would be about 100 millim.

This species is closely akin to *Chrysodomus pericochlion* SCHRENCK (Moll. nord. japan. Meeres, p. 433, pl. XVII, figs. 11, 12) of Northern Japan. But the latter has flatter whorls, narrower

atural canals, and dense, rather insignificant spiral striæ instead of regular, distant, impressed lines.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Nojima); Koshiha Zone (Koshiha); Naganuma Zone (Naganuma).

Genus *Sipho*, KLEIN.

39. *Sipho obesiformis*, YOKOYAMA.

PL. II. FIG. 13.

Shell small, rather thin, ovately fusiform; whorls seven, the uppermost smooth and mammillary, the others somewhat convex, spirally striated and longitudinally plicated; striæ subequal, flat-topped, with or without a finer interstitial line, about ten in number on the penultimate, more than thirty on the last whorl; longitudinal plicæ most distinct on the upper whorls, thirteen on the fourth whorl, almost or wholly obsolete on the last two. Aperture ovate with a posterior corner acute. Canal short, much recurved. Inner lip smooth. Outer lip thin, sharp, smooth within and describing a broad arc.

Two specimens. One is 16 millim. in height and 7 millim. in diameter; the other 12 millim. in height and 6 millim. in diameter.

In shape, this shell is like *Sipho obesus* Sow. (TRYON, Man. Conch., III, p. 132, pl. 87, fig. 624, SOWERBY Thes. Conch., IV. Fusus, fig. 92) which is, however, much larger and devoid of longitudinal plicæ.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Genus *Siphonalia*, SWAINSON.

40. *Siphonalia dilatata*, (QUOY).

PL. II. FIG. 12.

Siphonalia dilatata. TRYON, Man. Conch., III, p. 135, pl. 54, figs. 356-359.

Fusus dilatatus. QUOY, Voy. de l'Astrolabe, pl. I, pl. 34, figs. 15-16.

A fine specimen, 45 millim. in height. It has only about five whorls and a half of which the first one and the next half are mammillary and smooth. The shoulders are sharp and distinct as in

the figures given by TRYON. The number of peripheral tubercles is eleven on the body-whorl. The shell is thick and solid.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata).

Living.—Japan (A. ADAMS): New Zealand.

41. *Siphonalia spadicea*, (REEVE).

PL. III. FIGS. 8, 9, 10, 11.

Siphonalia spadicea. A. ADAMS, Ann. Mag. Nat. Hist., 1863, vol. XI, p. 203. SMITH, Proc. Zool. Soc., 1879, p. 205, pl. 20, fig. 38. DUNKER, Index Moll. Maris Jap., p. 16.

Buccinum spadiceum. REEVE, Conch. Icon., Buccinum, Index.

Buccinum fusoides. REEVE, Conch. Icon., sp. 64. (not sp. 9).

Shell fusiform, generally rather thin; spire acute; whorls seven to nine, obtusely angulated or rounded; longitudinally plicate; plicæ strong and present on all the whorls, or weak and wholly or nearly obsolete on the lower whorls, strongest at the angle and about twelve on the body-whorl; spirally striated; striae many, equal or unequal, close or distant with one or two interstitial lines in the latter case. The base is devoid of longitudinal plicæ even in the strongly plicated forms. Aperture ovate, posteriorly angulated, passing in front into a short strongly recurved canal. Inner lip smooth, generally with only a thin callus. Outer lip, thin, sharp, smooth or only with faint lines within, corresponding to the outer spiral striae. The largest specimen which has only the spire preserved seems to have been more than 60 millim. in height.

This is a very variable species. REEVE founded his species on a strongly plicate specimen. But as may be clearly seen from our figures, the plicate form passes gradually into the one without plicæ on the lower whorls. The outer lip is thin in all our specimens, except one, in which it is somewhat thickened, though sharp-edged; its interior, however, is invariably smooth. Very frequent at Shimo-Miyata.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata and Moto-wada); Yokosuka Zone (Otsu); Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Central Japan.

42. *Siphonalia trochulus*, (REEVE).

PL. II. FIG. 14.

Siphonalia trochulus. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 16. TRYON, Man. Conch., III, p. 136, pl. 55, fig. 373. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 30.

Buccinum trochulus. REEVE, Conch. Icon., sp. 7.

Neptunea (Siphonalia) trochulus. Mart. u. Chem., Syst. Conch. Cab., III, pl. 3, p. 128, pl. 42, figs. 2, 3.

Our single specimen which is 38 millim. in height and 22 millim. in diameter is characterized by a short spire, a large and ventricose body-whorl and spiral threads without any longitudinal sculpture. The outer lip is thin and smooth within. But among the specimens of the living shell, there are those with transverse ribs within, in which case the lip is invariably more or less thick, and the upper whorls more or less longitudinally plicate, so that in these respects, the shell seems to be tolerably variable.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Shimosa and Kazusa.

Living.—Central Japan.

43. *Siphonalia fuscolineata*, PEASE.

PL. II. FIG. 15.

Siphonalia fuscolineata. PEASE, Proc. Zool. Soc. London, 1880, p. 189, pl. 51, fig. 3. PILSBRY, Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 1891, p. 473, pl. XIX, fig. 4.

This is a species very closely allied to some forms of *Siphonalia spadicea* from which it could not be distinguished, if it were not for the inner side of the thickened outer lip, which is transversely and closely ribbed. Should this character not be enough for specific distinction, then the two species must be united into one.

A single specimen with eight whorls, 33 millim. in height and 20 millim. in diameter.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Inland Sea (Western Japan) and Minoshima (in Nagato) according to ADAMS.

44. *Siphonalia stearnsii*, PILSBRY.

PL. III. FIGS. 3, 4.

Siphonalia Stearnsii. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 29, pl. II, figs. 1, 2.

Several specimens which agree pretty well with the figures and descriptions given by PILSBRY. Compared with *Siphonalia*

fuscolineata, the shell is more ventricose and the spire shorter. Compared with *Siphonalia spadicea*, to some forms of which it shows a great resemblance, it differs by having the outer lip thickened and transversely ribbed within. *Siphonalia trochulus* is more ventricose with all the whorls generally longitudinally plicate.

One of the specimens at hand is somewhat more swollen than others, and the plicæ are very obscure also on the upper whorls (fig. 4).

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Japan (PILSBRY).

Genus ***Buccinum***, LINNÉ.

45. ***Buccinum leucostoma***, LISCHKE.

PL. II. FIG. 11.

Buccinum leucostoma. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. III, p. 38, pl. 1, figs. 7, 8. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 32.

Two badly preserved, imperfect specimens which, however, are readily recognizable as LISCHKE's species by their ovately conical shape with very convex rounded whorls ornamented by numerous, unequal spiral threads. The larger specimen measures 18 millim. in diameter, with both apex and canal broken. It may have been about 38 millim. in height.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Nojima).

Living.—Central Japan.

Genus ***Volutharpa***, FISCHER.

46. ***Volutharpa perryi***, JAY.

PL. III. FIG. 12.

Volutharpa perryi. DUNKER, Index Moll. Mar. Japon., p. 33. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 32. TRYON, Man. Conch., III, p. 200, pl. 79, fig. 384. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 8, pl. 1, fig. 11.

Bullia perryi. JAY, Report on Shells coll. by Japan, Exped. under Command of Comm. Perry, 1856, p. 295, pl. V, figs. 13-15.

? *Tritonium (Volutharpa) ampullaceum*. SCHRENCK, Moll. Amurl. u. d. nordjap. Meeres, p. 347.

Two small specimens, one of which is a mere fragment. This is a very characteristic species with a thin shell, a short spire, a

strongly swollen body-whorl and a large wide aperture. The surface which is apparently smooth, when examined with a lens, reveals very fine spiral striæ decussated by lines of growth.

SCHRENCK considers *Volutharpa ampullacea* (MID.) as identical with this species. But Middendorff's species is said to be deep purple in colour, while JAY's is light-coloured (yellowish-ash). I leave the question open.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living.—Central Japan (Tokyo Bay); Northern Japan (Hakodate).

Family Nassidæ.

Genus *Nassa*, MARTINI.

47. *Nassa* (Hima) *japonica*, A. ADAMS.

PL. III. FIG. 5.

Nassa japonica. A. ADAMS, Proc. Zool. Soc. London, 1851, p. 110. LISCHKE, Jap. Meeresconch., III, p. 37, pl. II, figs. 20-23. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 29. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 9. Non *Nassa japonica* LISCHKE in Jap. Meeresconch., I, p. 61 (= *Nassa balteata* LISCHKE). Non *Nassa japonica* REEVE, Conch. Icon., *Nassa*, pl. 29, fig. 192 (= *Desmoulea japonica* A. ADAMS).

Caesia japonica. H. and A. ADAMS, Ann. Mag. Nat. Hist., 1870, vol. 5, p. 426.

Nassa tenuis. SMITH, Ann. Mag. Nat. Hist., 1875, p. 423; Proc. Zool. Soc. London, 1879, p. 211.

LISCHKE says of this species:

“Turrete, thin-shelled, with nine whorls, of which about two belong to the embryo; the others are strongly rounded and separated from one another by deep sutures. The largest of our specimens is 15 millim. long (of which 5 millim. fall on the aperture) and 7.5 millim. broad. The sculpture consists of longitudinal ribs and spiral threads; the former become generally indistinct on the last whorl, but distinct again near the aperture, while the latter are more sharply bounded, their number being four on the first whorls, five on the penultimate and ten to eleven on the ultimate. These threads run over the longitudinal ribs forming more or less distinct tubercles at their points of intersection. The interspaces are nearly as long and broad as the threads and

longitudinally striated. The aperture is ovate; the columella is covered with a thin, narrow and shining inner lip which has above a fold-like tubercle, below, where the outer margin of the lip is free, some weak wrinkles. This inner lip is somewhat curved inward, while at its base it becomes suddenly straight and is then obliquely truncate. The outer lip is thin, and sharp, crenate on account of the external spiral threads and especially in the anterior portion; somewhat distant from the outer margin, the inner surface of the outer lip is toothed, the teeth arising from the short foldings of the inner wall."

A few specimens, not quite full grown, agreeing exactly with the above description, have been collected only at one locality. The largest of them measures only 10.5 millim. in height and 5 millim. in diameter. The whorls number eight.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living.—Central and Western Japan.

48. *Nassa* (*Hima*) *festiva*, POWIS.

PL. III. FIG. 6.

Nassa festiva. POWIS, Proc. Zool. Soc. London, 1835, p. 95. LUSCHKE, Jap. Meeresconch., vol. II, p. 53. DUNKER, Index Moll., p. 37. TRYON, Man. Conch., IV, p. 46, pl. 14, figs. 239-242.
Nassa livata. DUNKER, Moll. Jap., p. 7, pl. I, fig. 22.

A few young specimens. The shell is ovately conical; the whorls number seven, of which two belong to the embryo; the others are convex, longitudinally plicated and spirally striated; the plicæ are coarse, rounded, broad, separated by interspaces of less breadth, ten on the penultimate whorl; the spiral striae are equal, flat-topped, distant, narrower than the interspaces, four on the upper whorls, four or five on the penultimate and about ten on the last whorl. The aperture is ovately round. Inner lip with a callus whose outer edge is free, at least in the anterior portion; a small tooth or fold found near the posterior angle and a few small plicæ in the anterior part. Outer lip thickened by an external varix with a few coarse teeth within. Canal very short and recurved. Height 8 millim. Diameter about 4 millim.

According to TRYON (Man. Conch., IV, p. 46), *Nassa acutidentata* SMITH is a synonym and *Nassa dealbata* A. ADAMS is only a narrower variety.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata); Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Kazusa and Shimosa.

Living.—Northern, Central and Western Japan.

49. *Nassa* (*Niotha*) *livescens*, PHILIPPI.

PL. III. FIG. 18.

Nassa livescens. PHILIPPI, Zeitschrift für Malakozoologie, 1848, p. 135. DUNKER, Moll. Jap., p. 7. LISCHKE, Jap. Meeresconch., II, p. 52, pl. IV, figs. 1-3. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 35. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 29. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 9.

Nassa kieneri. TRYON, Man. Conch., IV, p. 53, pl. 16, figs. 301-303.

Rather frequent and also found in several localities. PILSBRY states in his "Catalogue of Marine Mollusks of Japan" (p. 35) that the *Nassa kieneri* DESH. mentioned in TRYON's Manual (l.c.) is probably identical with PHILIPPI's species above mentioned and indeed quite rightly, for the two species are connected by many intermediate forms. The typical specimens of *Nassa livescens* show a lower spire than those of *Nassa kieneri*, which character is, however, not at all constant. But there is one constant character invariably found in both species, and that is the callus of the inner lip, which may be thick or thin and has the outer edge always free, at least in its anterior portion.

Nassa marginulata LAM. (PILSBRY's Catalogue p. 35) is said to be a synonym of *Nassa kieneri* DESH. (TRYON Man. IV. p. 54) which is again a synonym of *Nassa livescens* PHIL. And this is probably the case also with *Nassa cremata* HINDS (TRYON's Manual, IV, p. 53, pl. 16, figs. 295-300).

The largest of the perfect specimens measures 26.5 millim. in height and 13 millim. in greatest diameter. But there is also a specimen lacking the spire and measuring 15 millim. in its greatest diameter.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Iwaiguchi and Matsubara-Mizufuka-no-fuchi in Kami-Miyata, and Shimo-Miyata); Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi.

Living.—Central and Western Japan: Philippines; Polynesia; Indian Ocean.

Family **Columbellidæ.**

Genus ***Columbella***, LAMARCK.

50. ***Columbella* (*Mitrella*) *dunkeri***, TRYON.

PL. III. FIG. 15.

Columbella (*Mitrella*) *dunkeri*. TRYON, Man. Conch., V, p. 129, pl. 49, fig. 15.

Amycla rar'ans. DUNKER, Malak. Bl., 1860, p. 231, Moll. Jap., p. 6, pl. 1, fig. 17. Index Moll., p. 55. SMITH, Proc. Zool. Soc. London 1879, p. 210, pl. 20, fig. 44. PILSBRY, Cat., p. 40.

This is a smooth, ovately conical shell, sulcate at the base and with the apex acute. The whorls are plano-convex separated by somewhat channelled sutures. The inner lip is smooth, while the outer lip is thickened and coarsely dentate within. Height 15 millim. Diameter 6.5 millim. Length of aperture 6.5 millim. Very frequent.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata and Shimo-Miyata); Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu). Upper Musashino of Shimosa and Kazusa.

Living.—Northern, Central and Western Japan.

51. ***Columbella* (*Atilia*) *burchardi***, (DUNKER).

PL. III. FIG. 7.

Columbella (*Atilia*) *burchardi*. TRYON, Man. Conch. V, p. 129, pl. 49, fig. 17.

Amycla burchardi. DUNKER, Index Moll., p. 55, pl. IV, figs. 3, 4. PILSBRY, Cat. p. 40.

Two specimens from Yokosuka agree quite well with the figures and descriptions of the above cited species given by DUNKER, except in two points, that is, in the spire being somewhat shorter and the upper whorls showing weak longitudinal plications. Three specimens brought from Shimo-Miyata are somewhat more slender and only one of them shows the longitudinal plicæ of the upper whorls. Therefore, these plicæ can only be taken as a subsidiary character. The fine spiral lines which are mostly incised into the shell are often only visible with a lens. The varicose fold of the outer lip is mostly somewhat distant from the edge and sometimes indistinct. Broad form:

Height 16 millim.; diameter 7 millim. Slender form: Height 14 millim.; diameter 5 millim.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Maruyama-no-Saka in Shimo-Miyata); Yokosuka Zone (Yokosuka). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Japan (according to DUNKER).

Family Muricidæ.

Genus *Trophon*, MONTFORT.

52. *Trophon subclavatus*, YOKOYAMA.

PL. III. FIG. 2. PL. VI. FIGS. 13, 14.

Several specimens.

Shell angulate-fusiform; spire elevated; whorls about seven, shouldered, with shoulders angular, ornamented with several ridge-like varices numbering eight to ten on the body-whorl and elevating into short spines at the shoulders. Canal long, slightly bent. The largest specimen measures 34 millim. in height and 14 millim. in diameter.

Compared with the already known forms of *Trophon*, our fossil agrees most with the shell figured by TRYON (vol. II, pl. 31, fig. 326) as *Trophon clavatus* SARS from Norway with this difference that it grows larger and the canal is a little bent instead of being quite straight.

Fusus candelabrum AD. et RVE (TRYON, vol. II, pl. 31, fig. 317), *Trophon gunneri* LOVEN HARMER, Plioc. Moll. Grt. Brit., I, pl. XII, fig. 26) and *Trophon gracilis* ARNOLD (Pal. a. Stratigr. Mar. Plioc. a. Pleistoc. of San Pedro, California, pl. V, fig. 8) are also closely related forms, though less slender than the Japanese shell.

The specimen shown in fig. 2, pl. III is a young shell, while those shown in figs. 13 and 14, pl. VI, are older. Fig. 13 has the lower part of the outer lip slightly broken.

Fossil occurrence.—Miyata-Zone (Maruyama-no-Saka in Shimo-Miyata). Upper Musashino of Kazusa.

53. ***Trophon nipponicus***, YOKOYAMA.

PL. III. FIGS. 13, 14.

Shell small, fusiform, with the height a little less than double the diameter: whorls five or six, convex, distinctly angulate in the middle, and furnished with rather ridge-like longitudinal ribs which number fifteen to seventeen on the body-whorl; body-whorl ventricose, somewhat longer than the spire; aperture ovate: canal slightly bent or almost straight, narrow, rather long.

This species is closely akin to *Trophon multicostatus* ESCH. (ARNOLD, Pal. a. Str. San Pedro, p. 251, pl. VI, fig. 9) and *Trophon scalariformis* GLD (ARNOLD, pl. VI, fig. 10, WOOD, Crag Moll. Univ. I, p. 48, pl. VI, fig. 7, SUPPL., p. 21, pl. III, fig. 10). But it seems to be distinguished from both by distinctly angulated whorls. Besides, *Trophon multicostatus* has a more slender shape and a less number of ribs (up to about thirteen), while *Trophon scalariformis* shows a longer and bent canal.

The largest of our specimens measures about 9 millim. in diameter.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Nojima and Teramae); Koshiha Zone (Koshiha).

54. ***Trophon muricatoides***, YOKOYAMA.

PL. III. FIG. 17.

Shell small, fusiform, moderately thick; whorls very convex separated by very deep sutures, longitudinally ribbed and spirally striated; ribs rounded, strong on the upper whorls, but almost obsolete on the body-whorl, separated by intervals of less breadth, about thirteen in number on the penultimate whorl; spiral striae or threads equal, distant, five on all the whorls except the body-whorl which has in addition more than seven on the base, which are, however, somewhat finer: between these threads there are invariably one or a few very fine interstitial lines. Aperture inverted flask-shaped, with a short, somewhat bent canal. Inner lip smooth. Outer lip thickened, smooth within.

There is only a single specimen lacking the apex. The

whorls preserved are five, but their original number seems to have been at least three more. The height, if perfect, would be about 13 millim; the diameter or breadth is 5 millim.

This species has a great resemblance to *Trophon muricatus* (Mont.) of the North Atlantic (FORBES and HANLEY, British Moll., vol. III, p. 439, pl. CXI, figs. 3, 4) and of the English Crag (WOOD, Crag Moll., Univ., p. 50, pl. VI, fig. 5), but is chiefly distinguished from it by the ribs becoming obsolete on the body-whorl and the inner lip being smooth within.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Yamagayado in Kami-Miyata).

55. *Trophon inermis*, (SOWERBY).

PL. III. FIGS. 21-26.

Trophon inermis. KOBELT in Syst. Conch. Cab. Martini u. Chemnitz, vol. III, pl. 2, Purpurschnecken, p. 287, pl. 71, fig. 12. TRYON, Man. Conch., vol. II, p. 119, pl. 36, fig. 417.

Murex inermis. SOWERBY, Proc. Zool. Soc. London, 1840, Conch. III, fig. 87. REEVE, Conch. Icon. sp. 152.

Shell rather solid, moderate in size, angulate-fusiform; whorls eight, shouldered, with shoulders angular; surface above the shoulders obliquely sloping, smooth, surface below them perpendicular, with one, rarely two, spiral threads, while on the body-whorl there are six to seven such threads with fine interstitial spiral lines; threads as well as lines may be very indistinct and nearly obsolete. Varices more or less lamellar, spiny at the shoulders usually decreasing in number from the upper whorls to the lower, there being generally four or five on the body-whorl, but rarely up to eight in which case the number remains tolerably constant on all the whorls. Points of intersection of varices and spiral threads on the body-whorl often elevated into blunt teeth. Aperture oval, slightly angular at the posterior corner. Canal moderate in length, narrow, open, somewhat bent. Inner lip smooth, covered by a thick callus with its outer edge usually free. Below the callus and by the side of the canal, there is often a short tubular process oblique or parallel to the latter and formed by the folding of the outer shell-layer. Outer lip thickened by an external varix, smooth within. Proportion of height to breadth

(diameter) varying, 10:3,2-4,1. The largest specimen measures about 45 millim. in height.

This is a very variable species, some specimens being much more slender than others. Also the number of varices on the body-whorl varies from four to eight. Also the spiral threads are sometimes so indistinct as hardly to be visible, while in others they are unusually distinct. The length of the canal is also not constant. All these variations can be observed in hundreds of specimens found at Koshiba.

SOWERBY in describing this species had an example with six varices.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka); Kanazawa Zone (Kanazawa); Koshiba Zone (Koshiba).

Living.—Japan (SOWERBY). This species seems to be rare at present, for I have never seen it in our conchological collections.

Genus ***Purpura***. BRUGUIÈRE.

56. *Purpura luteostoma*, (CHEMNITZ).

PL. III. FIG. 27.

Purpura luteostoma. KÜSTER in Syst. Conch. Cab. Mart. u. Chemn., vol. III, pt. I, p. 107. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 54, II, p. 39. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 44.

Purpura bronni. DUNKER, Moll. Jap., p. 5, pl. I, fig. 23. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 53, pl. V, fig. 17, II, 39, pl. IV, fig. 20.

Buccinum luteostomum. CHEMNITZ, Conch. Cab. 11, p. 33, pl. 187, fig. 1800, 1801.

Two broken specimens which, however, exactly agree with those figured by DUNKER and LISCHKE as *Purpura bronni*. This *Purpura bronni* is, according to TRYON (Man. Conch., II, p. 163,) identical with *Purpura tumulosa* REEVE, while PILSBRY (Cat. p. 44) unites it with *Purpura alveolata* REEVE which he says is synonymous with *Purpura clavigera* KÜST., and *Purpura tumulosa* LISCHKE. From this we see that there is a great deal of confusion among the Japanese *Purpurae* of this group. And this, I am sure, arises from the fact that these so-called different species pass insensibly into one another. But in the systematic conchology we must draw a line of demarcation somewhere; therefore following PILSBRY, I include *Purpura bronni* among *Purpura luteostoma* and treat it as a separate species from the following one.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu).

Living.—Northern, Central and Western Japan. East coast of Africa.

57. *Purpura alveolata*, REEVE.

PL. III. FIG. 16.

Purpura alveolata. REEVE, Conch. Icon., vol. III, spec. 60, pl. XI, fig. 60. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 40. PILSBRY, Catal. Mar. Moll. Japan, p. 44.

Purpura clavigera. KÜSTER in Syst. Conch. Cab. Mart. u. Chemn., vol. III, pt. 1, p. 186, pl. 31 a, fig. 1. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. I, p. 54, pl. V, figs. 12-14.

Purpura tumulosa. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. I, p. 56, pl. V, figs. 15, 16.

Two young specimens partly broken, but agreeing with those figured by LISCHKE as *Purpura clavigera* and *Purpura tumulosa*, which surely are mere synonyms of *Purpura alveolata* REEVE. TRYON considers this latter species as a variety of *Purpura hippocastaneum* Lam. (Man. Conch., II, p. 162), an opinion which I am not at all against, for this group of *Purpura* as above stated is very variable in form.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka): Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Central and Western Japan, Chile, Panama.

Family Tritonidæ.

Genus *Triton*, MONTFORT.

58. *Triton (Priene) oregonensis*, REDFIELD.

PL. III. FIGS. 19, 20.

Triton oregonensis. REDFIELD, Ann. Lyc. Nat. Hist. New-York, 1846, vol. 4, p. 165, pl. XI, Fig. 2 ab. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. III, p. 31. KÜSTER in Syst. Conch. Cab. Mart. u. Chemn., p. 247, pl. 66, fig. 2. DUNKER, Index Moll., p. 30.

Tritonium cancellatum. MIDDENDORFF, Mal. Ross. II, p. 164, pl. III, figs. 1, 2. SCHRENCK, Nordjap. Moll., p. 431.

Tritonium oregonense. VON MARIENS, Mal. Blätter., XIX, 1872, p. 30. H. and A. ADAMS, Genera, vol. I, p. 104.

Priene oregonensis. A. ADAMS in Journ. Proc. Linn. Soc., 1864, vol. VII, p. 106. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 47.

There are numerous specimens of this beautiful species, but not a single large one in perfect preservation. It is easily recognized by its broadly fusiform shape, rounded whorls, many

nodulous longitudinal ribs, numerous, unequal spiral riblets or threads, thickened outer lip, a tubercle-like process on the inner lip near the posterior angle of the aperture and short recurved canal.

Fossil occurrence.—Kamakura Zone (Kewaizaka in Kamakura); Kanazawa Zone (Nojima); Koshiba Zone (Koshiba). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Northern Japan; Alaska; Oregon; Chile; Strait of Magellan.

59. *Triton subpyrum*, YOKOYAMA.

PL. IV. FIGS. 3, 4.

Shell subpyriform, swollen, thick, with spire low, much shorter than the body-whorl. Whorls very weakly angulated in the middle, the angle being sometimes indistinct. The surface above the angle sloping, while below it is perpendicular, except on the body-whorl in which the shell tapers anteriorly. There are four distinct varices in all, the most anterior one bounding the outer lip from outside; these are elevated, broad and round-topped. Between every two varices, there are usually five broad rounded ribs, indistinct near the upper suture and separated by broad and shallow valleys. The whole surface is also spirally grooved, with grooves numerous, narrow, at irregular intervals, but arranged in such a way as to enclose broader spaces at certain intervals. On this account the surface appears to be ornamented with spiral threads and broader belts. These threads and belts are again crossed by numerous fine longitudinal grooves, making them appear granulate. Aperture subrhombic, with a shallow posterior sinus. Inner lip callous, with many, close, unequal transverse striae, which become more separate towards the anterior canal. Outer lip with coarse distant transverse folds within. Canal moderate, with narrow opening and bent back. Rare.

The number of whorls seems to be about eight or nine, but the apex is broken.

This species is closely related to *Triton pyrum* LINNE (SYST Conch. Cab. Mart. u. Chemn., vol. III, pt. 2, p. 211, pl. 59,

figs. 4, 5) from Ryukyu, Philippines, etc., but the whorls are not so sharply shouldered and the so-called triangular tubercles of the shoulders are wanting.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Family Doliidæ.

Genus *Dolium*, LAMARCK.

60. *Dolium luteostomum*, KÜSTER.

PL. IV. FIG. 2.

Dolium luteostomum. KÜSTER in SYST. Conch. Cab. Mart. u. Chemn., vol. III, pt. 1, B, p. 66, pl. 58, fig. 2. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. I, p. 65, II, p. 57. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 60. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 17, pl. I, fig. 30. PILSBRY, Cat., p. 49.

Dolium japonicum. DUNKER, Novitates Conchologicæ, p. 104, pl. 35, fig. 36.

Dolium variegatum. SCHRENCK, Moll. d. Amurl. u. d. nordjap. Meeres, p. 403.

This shell which becomes very large is characterized by its swollen form, very large body-whorl, deep canal like sutures, broad flatly rounded spiral ribs (four or five on the penultimate and sixteen on the ultimate whorl in our fossil specimens) separated by interspaces of a less breadth, large semi-circular aperture, a narrow umbilicus, thin wavy outer lip, etc. The fossils are all of a young state, the largest measuring only 90 millim. in height.

Pretty frequent.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Harashita in Shimo-Miyata, Kami-Miyata and Motowada); Yokosuka Zone (Yokosuka); Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Kazusa, Shimosa and Musashi.

Living.—Northern, Central and Western Japan; Indian Ocean (KÜSTER).

Family Cerithiidæ.

Genus *Cerithium*, ADANSON.

61. *Cerithium kobelti*, DUNKER.

PL. IV. FIG. 10.

Cerithium kobelti. DUNKER, Malak. Blitter, vol. 24, p. 67. Index Moll. Mar. Jap., p. 106, pl. IV, figs. 8, 9.

We possess three badly preserved specimens of this well characterized species. The whorls number eight to nine and are

longitudinally plicate and spirally threaded, the points of intersection of the plicæ and threads being more or less tubercular. Among the many spiral threads, there are two especially large ones which may be close together or rather distant. In our fossil specimens these two threads are pretty close to each other, the upper being nearly in the middle of the whorls and forming an angle above which the surface is obliquely ascending. The plicæ become occasionally varicose. The figured specimen which has eight whorls measures 20 millim. in height and 8,5 millim. in breadth. It lacks the other lip.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu).

Living.—Central Japan.

Genus *Bittium* (LEACH), GRAY.

62. *Bittium perpusillum*, TRYON.

PL. IV. FIG. 13.

Bittium perpusillum. TRYON, Man. Conch., IX, p. 154, pl. 30, fig. 17.

Bittium pusillum. DUNKER, Moll. Jap., p. 11, pl. II, fig. 6. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, 56.

The shell is small, turreted, of eight to nine volutions which are slightly convex, separated by deep sutures and spirally costellated. The costellæ number four, of which the uppermost is the smallest and the lowest the largest, and are more or less tuberculated. The longitudinal subplication mentioned by DUNKER is only very faintly indicated in some specimens, while others are entirely devoid of such a sculpture. The number of costellæ of the body-whorl above the periphery is usually more than those of the upper ones, being up to seven of which the uppermost ones are sometimes much smaller than the lower ones which near the periphery may be almost smooth and devoid of tubercles. Aperture oval. Canal very short, channel-like. Height 7 millim.; diameter 2,5 millim. Not rare.

This species which was first described by DUNKER under the name of *Bittium pusillum* has been renamed by TRYON, as the name *pusillum* is preoccupied by Gould.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka).

Living.—Western Japan (DUNKER).

63. *Bittium binodulosum*, YOKOYAMA.

PL. IV. FIG. 8.

Shell small, high-turrete; whorls nine, the first two belonging to the embryo, subconvex, longitudinally plicate and spirally striated; plicæ about eleven on the body-whorl, not quite reaching to the upper suture nor to the lower, strong, rounded, separated by interspaces of usually a less breadth; spiral striæ unequal, the uppermost one or two being in a somewhat concave surface above the plicæ and just below the upper suture, the larger ones two in number, crossing the plicæ, making the crossing-points nodulous. The body-whorl has several striæ down to the base, about seven in number and gradually diminishing in size downwards. Periphery rounded. Sutures distinct. Aperture subrhombic, below produced into a short channel. Inner lip concave; outer lip thin. Height 7 millim. Diameter 3 millim.

A single specimen.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

Genus *Potamides*. BRONGNIART.

64. *Potamides* (*Tympanotonos*) *fluviatilis* (POTIEZ et MICHAUD).

PL. IV. FIG. 14.

Potamides fluviatilis. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 76. II, 69. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan., p. 57. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 25, pl. I, fig. 52.

Tympanotonos fluviatilis. DUNKER, Index Moll., p. 110.

Cerithium fluviatile. POTIEZ et MICHAUD, Cat. d. Moll. de Douai, p. 363. pl. 31, figs. 19, 20. SOWERBY, Thes. Conch., II, p. 891, pl. 186, figs. 296, 298.

TRYON says of this species as follows:

“Whorls flattened, with deeply incised suture, each with three flat-topped spiral ribs, tuberculated in longitudinal rows, tubercles obsolete on the back of the body-whorl except a sutural row, base spirally ridged; aperture in the adult expanded, angularly produced above, oblique, outer lip produced below.”

There is a single specimen, a little over 30 millim. in height and 10 millim. in diameter lacking the outer lip, which, however, exactly agrees with the above description.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu); Upper Musashino of Shimosa and Musashi.

Living.—Central and Western Japan; Philippines; Australia; India.

65. *Potamides (Batillaria) multiformis*, (LISCHKE).

PL. IV. FIG. 9.

Potamides (Batillaria) multiformis. PILSBRY, Catalogue Mar. Moll. Japan, p. 57.

Lampania multiformis. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. I, p. 74, pl. VII, figs. 1-10, II, p. 69. DUNKER, Index Moll., p. 109. TRYON, Man. Conch., IX, p. 167, pl. 35, fig. 13, pl. 34, figs. 6, 8.

This species is readily distinguishable from the preceding by its shorter form, weak longitudinal folds and many unequal spiral ribs. The body-whorl is very large, occupying one-third to one-half of the height of the shell. The aperture is very wide, and ovate with the outer lip describing an arc of a large circle.

Frequent.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu). Upper Musashino of Kazusa and Shimosa.

Living.—Northern, Central and Western Japan

Family *Cerithiopsidæ*.

Genus *Triforis*, DESHAYES.

66. *Triforis otsuensis*, YOKOYAMA.

PL. IV. FIG. 11.

A single specimen.

Shell small, subulate, many whorled; whorls flat, with three close rows of tuberculated spiral riblets of which the middle one is weaker than the other two, except on the body-whorl in which they are all of equal size and accompanied below by another untuberculated riblet which forms an angular periphery. Base flattened with a few spiral ridges. Canal short, pointed.

The number of whorls must have been more than ten, but the upper part of the shell being broken, it is not possible to tell it exactly. The outer lip is also broken. The number of tubercles which are close together is about twenty on the body-whorl.

This species is somewhat like *Triforis cingulata* DUNKER (Moll. Jap., pl. II, fig. 1) which is, however, not tuberculated. *Triforis alveolatus* A. ADAMS (VOY. SAMARANG, pl. XI, fig. 30) also seems to be related to this species, but its riblets are all of equal size.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Central Japan.

Family **Trichotropidæ**.

Genus ***Trichotropis***, BRODERIP et SOWERBY.

67. ***Trichotropis planicostata***, YOKOYAMA.

PL. IV. FIG. 6.

Shell small, thin, turbate; whorls five, spire short and acute, body-whorl very large; whorls of the spire convex, shouldered, spirally costellated, costellæ flat-topped, distant, four in number, the upper two being weaker than the lower ones and the shoulders being formed by the second one from below; the surface above shoulders is obliquely ascending; on the body-whorl the shoulder is not so distinct and the surface above it is more horizontal, the surface below it is strongly convex with seven distant and equal spiral costellæ down to the base, and an interstitial spiral thread between the shoulder-costella and the one below it. Interspaces between the costellæ partitioned off into rectangular pits by more or less distant rounded longitudinal threads which do not cross the costellæ. Aperture very large, broadly oval, with peristome continuous and a faint indication of a channel in front. Outer lip thin. Umbilicus small, deep. Height 11 millim. Diameter 9 millim. A single example.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

Family **Vermetidæ**.Genus ***Thylacodes***. GUETTARD.68. ***Thylacodes medusæ***, PILSBRY.

PL. IV. FIG. 7.

Thylacodes medusæ. PILSBRY, Proc. Acad. Nat. Sci., Philad., 1891, p. 471, pl. 17, 18. Cat. Mar. Moll. Jap., p. 59, pl. IV and V.

This species is characterized by PILSBRY as having "narrow longitudinal cords at rather wide intervals, the spaces between being occupied by a variable number of threads, (usually three) of which the middle one is the largest." And this sculpture is normally "developed upon all sides of the tube," though upon the latter part of the free portion it is often subobsolete." The cross-section of the adult tube is circular. Rather frequent, though mostly in fragments.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata); Yokosuka Zone (Yokosuka). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Central Japan (Suruga).

Family **Turritellidæ**.Genus ***Turritella***, LAMARCK.69. ***Turritella nipponica***, YOKOYAMA.

PL. IV. FIGS. 16-19.

Shell high-turrete; whorls numerous, nearly flat, slightly angulated a little above the sutures, spirally ribbed; ribs normally five, one which is suprasutural being usually not prominent except on the body-whorl. Of the four upper ribs, the lower two are stronger than the upper two; the two stronger ones of which the lower forms the angle generally flat-topped, while the two weaker ones are usually sharp and ridge-like, though sometimes they may also be flat-topped. In abnormal cases, the number of ribs may altogether be six instead of five (either the stronger or the weaker ribs becoming three), in which case the weak suprasutural one may also become prominent. The spaces between the ribs are either smooth or spirally striated, the striae often appearing also

on the ribs themselves. On the body-whorl below the angle-rib, there are a few spiral ribs often with interstitial spiral striæ. Base flatly convex. Aperture roundish.

The specimens are numerous, but the adult ones are mostly broken, so that it is very difficult to ascertain the number of whorls. But judging from the more perfect younger ones, they must have been at least fifteen. The largest specimen measures about 14 millim. in diameter. The height of such specimens might be estimated at about 60 millim.

This species is related to *Turritella facialis* MENKE (TRYON, Man. Conch., vol. 8, pl. 59, figs. 36, 37) which is, however, four-ribbed. *Turritella bacillum* KIENER (TRYON, pl. 59, figs. 34, 35) which is also akin to our species has six ribs and convex whorls.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata), rare; Kanazawa Zone (Nojima and Kanazawa), very frequent; Koshiha Zone (Koshiha), also very frequent; Naganuma Zone (Naganuma and Sugita), rare.

Family Solariidæ.

Genus *Solarium*, LAMARCK.

70. *Solarium lenticulatum*, YOKOYAMA.

PL. IV. FIG. 21.

Shell small, lenticular, rather solid; spire very flatly conical; whorls about five, somewhat convex, spirally striated; striæ about six on the penultimate whorl, unequal, the lowest one close to the suture being the largest, with a shallow, but comparatively wide furrow between this lowest and the next one; in this furrow there is a fine spiral line which may grow into the size of the other striæ, in which case, the furrow becomes more or less indistinct. Lines of growth coarse, their points of intersection with the striæ being more or less granulated. Periphery angulate, and finely crenulate. Base convex, outer half with several spiral striæ, inner half with very coarse growth-lines which appear like radiating striæ. Umbilicus large, deep, with margin crenulated, sur-

rounded by a spiral groove, or not. Aperture subangulated at the outer side.

We possess two specimens, both with the outer lip broken. The larger measures 6 millim. in height and 11 millim. in diameter, and is much water-worn; the smaller measures 5 millim. in height and 9 millim. in diameter and has the sculpture better preserved.

Fossil occurrence.—Koshiba Zone (Koshiba).

Family **Rissoidæ**.

Genus ***Rissoina***, d'ORBIGNY.

71. ***Rissoina submerculialis***, YOKOYAMA.

PL. IV. FIG. 15.

Shell small, turreted with apex bluntly pointed and base rounded. Whorls eight, slightly convex, separated by deep impressed sutures, the first two smooth, the others longitudinally ribbed; ribs somewhat oblique, elevated, with rounded ridges and somewhat wider intervals, nineteen on the body-whorl, the last growing into a strong, rounded varix on the back of the outer lip. Base with a strong, rounded, transverse or rather spiral cord which is longitudinally costellated. Aperture semilunar, anterior angle with a shallow notch. Inner lip smooth, slightly concave. Outer lip thickened by the dorsal varix. Height 4.5 millim. Diameter 1.5 millim.

A single example.

This shell is much like *Rissoina mercurialis* WATSON (Challenger Gastropoda, p. 619, pl. XLVI, fig. 8) from Cape York in Australia, but in the latter, the ribs are less (fifteen on the body-whorl) and the interspaces transversely striated, while in the former they are smooth.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka).

72. ***Rissoina zeltnerioides***, YOKOYAMA.

PL. IV. FIG. 20.

Shell small, solid, turreted, bluntly pointed at apex, rounded at base. Whorls about six and a half, somewhat convex, the first

one and a half smooth, the others very finely obliquely striated, with striae slightly sinuous and covering the whole surface, not even the base excepted. No spiral sculpture. Mouth subsemilunar, inner lip slightly concave, outer lip thickened. Height 3.5 millim. Diameter 1.3 millim.

A single specimen.

This species closely resembles *Rissoina zeltneri* FOLIN (TRYON'S Man. IX, pl. 68, fig. 19) living at Panama, the resemblance is so close that the one may possibly prove to be a variety of the other. The distinctions of the Panama species are the more protruding outer lip, the presence of spiral striae on the base in lieu of oblique ones, and perhaps also a greater number of whorls.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka).

Genus *Fenella*, A. ADAMS.

73. *Fenella orientalis*, YOKOYAMA.

PL. IV. FIG. 12.

The shell is very small, turreted with about nine convex whorls which are longitudinally and also spirally costellated. The longitudinal costellæ are twelve to thirteen on the body-whorl, distant and sharp. The spiral ones are usually four in number, the upper two fine and striae-like, while the lower two are stronger and roof-shaped, so that the surface above them as well as below them is obliquely receding. On the body-whorl the longitudinal costellæ end at the angulated periphery, the base showing only spiral striae which get smaller and smaller as we go to the bottom of the base. Aperture more ovate than circular. Outer lip thin, without crenulations.

There are two specimens, of which the smaller is more perfect. It is 3.7 millim. in height and 1.2 millim. in diameter.

This species resembles *Fenella elongata* WATSON (Challenger Gastropoda, p. 621, pl. 34, fig. 4) from the West Indies which, however, has more whorls. A shell described as *Dunkeria falcifera* by WATSON (Chall. Gastr., pl. 34, fig. 5) also from the West Indies also resembles the Japanese shell, but it has only two spiral threads.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka).

Living.—Central Japan.

Family **Skeneidæ**.

Genus ***Skenea***, FLEMING.

74. ***Skenea nipponica***, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 1.

A few specimens of a very small shell, only 2 millim. in diameter, smooth, almost discoidal, having a few quickly growing whorls with subconcave base and a deep open umbilicus. Aperture obliquely oval.

This species is allied to *Skenea planorbis* (FABR.) (FORBES and HANLEY, Brit. Moll., III, p. 156, pl. XXIV, figs. 1-3) of the northern seas, from which it is, however, distinguished by a somewhat flatter shell, more quickly growing whorls and a smaller umbilicus.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu). Upper Musashino of Shimosa.

Living.—Central Japan.

Family **Capulidæ**.

Genus ***Calyptrea***, LAMARCK.

75. ***Calyptrea mammilaris***, (BRODERIP).

PL. IV. FIG. 5.

Calyptrea mammilaris. TRYON, Manual of Conchology, vol. VIII, p. 120, pl. 34, figs. 64-75, 78-81.

Trochita mammilaris. SOWERBY, Thes. Conch., V, p. 65, pl. 450, figs. 69-71.

A specimen of a flatly conical spiral shell nearly circular in outline, about 4 millim. in height and 9 millim. in diameter, with a spiral diaphragm within, whose columellar margin is twisted, undoubtedly belongs to the above-named species. The apex is subcentral, and the surface is roughly and unequally concentrically striated.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—West coast of America from Puget Sound down to the Strait of Magellan.

Genus *Crepidula*, LAMARCK.

76. *Crepidula orbella*, YOKOYAMA.

PL. IV. FIGS. 22, 23.

Shell small, thin, somewhat variable in shape being roundly quadrate to roundly ovate in outline, flatly convex; apex small, spiral, posterior, marginal: surface with concentric rugose lines of growth; septum posterior, concave on both sides of a blunt median ridge; the greatest diameter 7 millim. Three specimens.

A. ADAMS described a species of *Crepidula* from Goto (Kyushu) under the name of *C. lamellosa* (Ann. Mag., 1862, p. 297) without any figure. It seems to resemble this fossil form, but ADAMS says that the dorsal side of the shell is lamellar and imbricate, so that the two can not be quite identical.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Family *Naticidæ*.

Genus *Natica*, ADANSON.

77. *Natica janthostoma*, DESHAYES.

PL. V. FIGS. 3, 4.

Natica janthostoma. DESHAYES, Revue Zool., p. 361. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 81. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 61. PHILIPPI in SYST. Conch. Cal. Mart. u. Chemn., vol. II, Abt. 1, *Natica* u. *Amaura*, p. 53, pl. 8, fig. 8. PILSBRY, Cat. Jap. Moll., p. 71.

Natica clausa var. *janthostoma*. MIDDENDORFF, Mal. Ross. II, p. 209. SCHRENCK, Moll. Amurl. u. d. Nordjap. Meeres, p. 373. TRYON, Man. Conch., vol. VIII, p. 31, pl. 19, fig. 89.

Natica clausa. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo. p. 17, pl. I, fig. 31.

The shell is globose, somewhat higher than broad, consisting of about six whorls, which are often flattened below the suture. The growth-lines are distinct, crossed in some instances by very fine spiral lines most conspicuous below the suture. The aperture is semilunar with the posterior corner subangular and the anterior rounded. The callus is semi-circular and flat, and closes the umbilicus, but always with a more or less deep groove surrounding it on the rounded side.

This species is united by many authors with *Natica clausa* Brod. et Sow. whose typical specimens have the callus continuous with the surrounding surface and not separated by a groove as in our species. Our fossil forms all exhibit the character of *N. janthostoma* DESH.

Widely spread as fossils, and often frequent.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata, Maruyama-no-Saka and Mukaibatake in Shimo-Miyata, and Nagai; Yokosuka Zone (Otsu and Yokosuka); Kamakura Zone (Kewaizaka in Kamakura); Kanazawa Zone (Nojima); Koshiba Zone (Koshiba); Naganuma Zone (Iijima, Kikkōzan and Naganuma). Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living.—Northern and Central Japan; Kamchatka.

Genus *Pollinices*, MONTFORT.

78. *Pollinices pallidus*, (BRODERIP ET SOWERBY).

PL. IV. FIG. 1.

Pollinices pallidus. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 72.

Natica pallida. BRODERIP ET SOWERBY, Zool. Journ., vol. IV, p. 372. MIDDENDORFF, Mal. Ross, II, p. 92. SCHRENCK, Moll. Amurl. u. d. Nordjap. Meeres, p. 375. TRYON, Man. Conch., VIII, p. 37, pl. 94, figs. 76-78, pl. 13, fig. 15, pl. 14, figs. 26-28.

This species resembles the preceding in the general form of the shell, but is distinguished from it by the narrow open umbilicus and corneous operculum. Our specimens are on an average smaller than those of *Natica janthostoma*, the largest measuring 17 millim. in height and 15 millim. in the greatest diameter. Not rare.

Fossil occurrence.—Koshiba Zone (KOSHIBA).

Living.—Circumpolar; Sea of Okhotsk.

79. *Polinices (Neverita) ampl'a*, (PHILIPPI).

PL. V. FIGS. 5, 6.

Pollinices (Neverita) ampl'a. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 72.

Natica ampl'a. PHILIPPI, Zeitschr. f. Malak., 1848, p. 156. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 18, pl. I, pg. 32.

Neverita ampl'a. TRYON, Man. Conch., VIII, p. 32, 10, figs. 51-53, 85, 86, pl. 11, figs. 91-93, pl. 12, fig. 6.

Neverita vesicalis. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 61.

Natica robusta. DUNKER, Moll. Jap., p. 13, pl. II, fig. 24.

Natica bicolor. SCHRENCK, Moll. Amurl. u. d. Nordjap. Meeres, p. 378.

Natica lamarchiana. LISCHKE, Jap. Meeres-Conch., I, p. 80. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 30.

This species, when compared with the foregoing ones, has flatter whorls, the more obliquely receding aperture and the shell growing to a larger size. The callus has various shapes, sometimes very large so as to cover the whole umbilicus or, as is more usually the case, small and leaving a greater or less part of the umbilicus open, but in every case it has always a transverse groove running across its surface. The spire may be elevated or somewhat depressed; when elevated it approaches a conical shape, as the whorls of the spire are more or less flattened.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Okine Nagai); Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

Living.—Central Japan; China; Australia; Indian Ocean.

Family *Scalaridæ*.

Genus *Scalaria*, LAMARCK.

80. *Scalaria turriculoides*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 12.

Shell small, rather thin, turrete; whorls about seven, very convex, longitudinally ribbed; ribs somewhat oblique and curved, thick, elevated, many (about fifteen on the penultimate whorl) separated by intervals of a little greater breadth which are ornamented with very fine spiral lines only observable with a strong lens; some of the ribs are specially large and thick so as to appear like varices. Aperture quite circular, continuous, thickened and flattened at margin. Umbilicus covered. A single specimen measuring 12 millim. in height and 5 millim. in the greatest diameter.

This species is closely allied to *Scalaria turricula* Sow. (Thes. Conch., I, *Scalaria*, p. 92, pl. XXXIII, fig. 61, pl. XXXIV, fig. 88) originally from the West Indies, but reported by SOWERBY also from the Strait of Corea. But the fossil form has closer and thicker ribs than the living.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

81. *Scalaria* (*Acril'a*) *densicostata*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 14.

Scalaria immaculata. TOKUNAGA FOSS. ENV. Tokyo. 19, pl. I. fig. 35. Not *Sc. immaculata*. Sow.

Shell small, thin, turrete, whorls about nine, contiguous, very convex, longitudinally ribbed and spirally finely striated; ribs rather thick, not much elevated, obtuse, straight, numerous (about twenty-five on the penultimate whorl), with equal or, as is more usual, broader interspaces. Body-whorl somewhat keeled at periphery, below which the ribs are obsolete and substituted by coarse, unequal longitudinal lines. Aperture oval, angulated behind, rounded and slightly curved out in front. Outer lip thin.

There are only two examples; the one has only three lower whorls preserved and measures 7.5 millim in diameter, while the other which is smaller but more complete is about 15 millim. in height and 5 millim. in diameter.

TOKUNAGA described this species from the Upper Musashino of Oji under the name of *Scalaria immaculata* Sow. (Thes. Conch., I, *Scalaria*, p. 93, pl. XXXIII, fig. 58) which lives in Central Japan, but the SOWERBY species has very thin ribs which disappear about the middle of the whorls and is quite a different form.

Fossil occurrence.—Koshiba Zone (Koshiba); Upper Musashino of Musashi.

Family **Bulimidæ**.Genus ***Eulima***, RISSO.82. *Eulima* (*Leiostraca*) *yokoskensis*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 7.

Shell very small, subulate, with spire somewhat curved, smooth, polished, white and shining; whorls about nine, slightly convex. Aperture ovate, pointed behind and rounded in front. Inner lip a little reflexed outward; Outer lip thin and sharp. Height 5 millim. Diameter 1.5 millim.

This shell resembles *Eulima solidula* Sow. (Voy. Samarang, p. 52, pl. XI. fig. 26) of China Sea, but the aperture is more produced in front. A single specimen.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka).

83. *Eulima* (*Leiostraca*) *sagamiana*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 8.

Shell very small, subulate; Whorls perfectly flat, smooth, glossy; body-whorl large with periphery rounded and base strongly convex. Sutures not very distinct. Aperture ovate, acute behind and rounded in front. Outer lip thin.

The single specimen which we possess lacks the apical portion of the spire. But the number of whorls may have been about seven or eight, with height measuring about 3.5 millim. The diameter as well as the length of the aperture is about 1 millim.

Watson in his Challenger Report described several species of *Eulima* of which *E. acanthyllis* and *E. famelica* seem to be nearest to this fossil form. But the former (Challenger Gastropoda, pl. XXXV, fig. 8) has the inner lip more reflected over the columella and the latter (l. c. pl. XXXVI, fig. 4) has the outer lip protruding out of the straight line drawn from the apex downward on the spire.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Family **Pyramidellidæ.**

Genus ***Pyramidella***, LAMARCK.

84. *Pyramidella* (*Tiberia*) *pseudo-pulchella*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 11.

Shell small, elongate-conic, with a spiral zone of brown close to the lower suture, while on the body-whorl there is another band of the same colour on the anterior portion of the base. Whorls about ten, separated by deep impressed sutures, very flatly convex, polished. Periphery somewhat angulated. Base short, rounded. Aperture ovate, angular behind. Outer lip thin. Columella biplicate, the posterior fold much larger than the

anterior which is weak. Height 6 millim. Diameter 2,8 millim. A single specimen.

This shell is closely akin to our living species *Pyramidella pulchella* Adams (Dall and Bartsch, Notes on Jap., Indopac., a. Amer. Pyramidellidae, Proc. U. S. Nat. Mus., XX, p. 323, pl. XXV, fig. 4.), but it is shorter with the whorls a little more convex and sutures deeper.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

There is a specimen of a *Pyramidella* from Yokosuka 7 millim. high and 3 millim. in diameter exactly like that from Naganuma both in shape and coloring, but distinguished by the somewhat thickened outer lip with three transverse teeth within, of which the lowest is comparatively very small. At first I took it for a different species, but as there is a possibility of its being an abnormal or pathological form, I prefer to treat it for the present simply as a variety under the name of var. *dentata*.

Genus *Odostomia*, FLEMING.

85. *Odostomia* (*Odostomia*) *hilgendorffi*, CLESSIN.

PL. V. FIG. 9.

Odostomia hilgendorffi. CLESSIN in Conch. Cab. Mart. u. Chemn., 2d ed., Pyramidella, 1900, p. 119, pl. XXVIII, fig. 5. DALL a. Bartsch Notes on Jap., Indopac., a. Amer. Pyramidellidae, Proc. U. S. Nat. Mus., p. 364, pl. XXIV, fig. 5.

This species has been minutely described by DALL and Bartsch in the above mentioned work, but the specimen on which the description was based having had the outer lip fractured, no mention is made of several transverse ridges which line the inner surface of the outer lip at a little distance from the margin. The largest of the fossil specimens which measures about 7 millim. in height shows them very distinctly, while in the smaller ones they are more or less weak. (On the plate, the species has been numbered by mistake as 6, below fig. 8).

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Northern Japan (Hakodate).

86. *Odostomia* (*Parthenina*) *takinogawensis*, TOKUNAGA

PL. V. FIG. 10.

Odostomia takinogawensis. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 23, pl. I, fig. 45.

Shell small, elongate-ovate, turrete; whorls six, of which two are nuclear and smooth, the others slightly convex, perpendicular, shouldered with shoulders angular and surface above them flat and slightly sloping, longitudinally plicated; plicæ about fifteen on the penultimate whorl, straight, more or less sharp and roof-like, separated by interspaces of nearly equal breadth, reaching from the upper to the lower suture, weaker and finer on the body-whorl, becoming obsolete in its last portion. Periphery rounded. Base convex with continuations of weak longitudinal plicæ and very finely transversely striated (only seen with a magnifying glass). Aperture ovate, with the posterior corner pointed. Outer lip sharp, dentate within. Columella with a strong fold. Height 5 millim. Diameter 2 millim. Two specimens.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi (rare).

87. *Odostomia* (*Odostomia*) *sublimpida*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 13.

Shell very small, elongate-conic. Whorls six, flatly convex, separated by deep sutures, smooth. Body-whorl feebly angulate at the periphery. Aperture large, ovate, rounded in front, acute behind. Outer lip thin. Columella with a sharp lamellar fold.

There are two specimens apparently belonging to one and the same species. The one is from Naganuma, which, though larger, has only the last three whorls preserved. The other is from Okine, which, though smaller has the shell perfect. The latter measures 3 millim. in height and 1.5 millim. in diameter.

The species is very much like *Odostomia limpida* DALL and BARTSCH (Notes on Jap., Indopac., and Amer. Pyramidellidæ, Proc. U. S. Nat. Mus., vol. XXX, p. 364, pl. 26, fig. 7) also from Japan. But the fossil form, so far as the only perfect specimen from Okine goes, is decidedly shorter with the sutures deeper and the aperture wider.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Okine in Nagai); Naganuma Zone (Naganuma)? Upper Musashino of Shimosa.

Genus ***Turbonilla***, RISSO.

88. ***Turbonilla (Cingulina) adamsi***, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 17.

Shell small, elongate-conic. Nuclear whorls planorboid, standing on edge on the first whorl. Post-nuclear whorls about ten in number, nearly flat and furnished with two deep spiral grooves, dividing the surface into three unequal parts with the uppermost narrowest and the lowest broadest. Body-whorl with a third, somewhat less deep spiral groove at the periphery which is bluntly angulate. Sutures deep. Aperture (fractured) subquadrate in shape.

The largest of a few specimens which we possess measures 7 millim. in height and 1.8 millim. in diameter.

This species is very close to *Turbonilla triarata* PILSBRY (Proc. Acad. Sci., Philad., Jan., 1904, p. 31, pl. V, fig. 48) living in Japan; but the whorls are flatter and the grooves deeper, looking in these respects more like *T. cingulata* DUNK. (ibid., pl. V, fig. 47), also living in Japan, which has, however, three grooves instead of two.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

89. ***Turbonilla (Chemnitzia) subapproximata***, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 18.

Shell small, slender, subulate. Whorls many, flatly convex, separated by deep sutures, longitudinally ribbed. Ribs elevated, rounded, with about equal intercostal spaces, nearly straight, reaching from the one suture to the other, ending at the rounded periphery on the body-whorl, about sixteen on the penultimate whorl. Base convex, smooth, with only faint indications of ribs at the outer circumference. Aperture subquadrate, acute behind. Outer lip thin.

A single specimen with only seven whorls preserved with diameter 2 millim. The height, if perfect, would be about 8 millim.

Turbonilla approximata DALL and BARTSCH (Notes on Jap., Indopac., a. Amer. Pyramidellidae, p. 337, pl. XX, fig. 1) which closely resembles the present species is distinguished by having more ribs (22 on the penultimate whorl).

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

90. *Turbonilla* (*Mormula*) *tokunagai*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 16.

Shell small, slender, turriculate. Whorls fifteen, the nuclear whorls two, of which the first is pushed sidewise, so that it appears to be attached to the lateral surface of the second; post-nuclear whorls flatly convex, longitudinally ribbed. Ribs elevated, with interspaces about double their breadth and very faintly, transversely striated, sixteen on the body-whorl of which the last forms a varix on the back of the outer lip. Periphery rounded. Base without ribs, but provided with a few fine spiral lines. Aperture subquadrate, with the posterior angle acute. Inner lip reflected somewhat outward. Height 8 millim., diameter 1,7 millim. A single specimen.

This shell is somewhat like *Turbonilla aulica* DALL and BARTSCH (Notes on Jap., Indopac., and Amer. Pyramidellidae, p. 345, pl. XXII, fig. 7) from Kyūshū, but in the latter the ribs are more numerous and the intercostal spiral striae stronger and more distinct.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu).

Family Turbinidæ.

Genus *Turbo*, LINNÉ.

91. *Turbo* (*Marmorostoma*) *coreensis*, RECLUZ.

PL. V. FIGS. 19, 20.

Turbo coreensis. RECLUZ, Journ. de conch., 1353, p. 245, pl. 8, fig. 2. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 89.

Turbo coronatus var. *coreensis*. TRYON, Man. Conch., X, p. 217, pl. 47, fig. 19.

Laurella granulata var. *coreensis*. DUNKER, Ind. Moll. Mar. Jap., p. 128.

This species is quite like *Turbo granulatus* Gmelin in form and sculpture, with the only difference of being not umbilicated. On this account, it is often considered as only a variety of the latter.

Four specimens have been collected and also two opercula probably belonging to the same species. These opercula are calcareous, round in outline, convex and granular.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu).

Living.—Central and Western Japan; Corea.

TOKUNAGA mentions *Turbo granulatus* Gm. among the fossils of Tabata, giving *Turbo coreensis* as its synonym, but nothing is said as to whether the specimens belong to the true *granulatus* or to var. *coreensis*.

Genus *Leptothyra*, CARPENTER.

92. *Leptothyra amussitata*, (GOULD).

PL. V. FIG. 21.

Leptothyra amussitata. TRYON, Man. Conch., X, p. 250, pl. 55, figs. 71, 72. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 90.

Trochus amussitatus. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 29, pl. II, fig. 2.

Turbo amussitatus. GOULD, Otia Conchologica, p. 160.

TRYON gives the description of this species as follows:—

“Shell globose-conic, imperforate, solid, uniform deep crimson; sutures deeply impressed; whorls 5, convex, spirally lirate, the liræ large and prominent on middle portion of whorl, alternating with smaller intercalated riblets; base very finely concentrically striate, the whole surface decussated by numerous regular oblique impressed lines in the direction of incremental striæ; last whorl descending anteriorly; aperture subcircular, oblique, less than half the length of shell, silvery within; columella slightly tuberculate at base. Alt. 8–10, diam. 8–10 millim.”

Many specimens have been collected in the Yokosuka Zone. Nearly all of them retain more or less the original colour. The intercalated riblets are not always observable, though distinct in some. A specimen from Koshiba which is bleached is the largest, measuring 6 millim. in height and diameter.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Motowada); Yokosuka Zone (Otsu and Yokosuka); Koshiha Zone (Koshiha); Upper Musashino of Musashi.

Living.—Northern Japan (Yamada Bay) and Sakhalin.

93. *Leptothyra purpurescens*, (DUNKER).

PL. V. FIG. 22.

Leptothyra purpurescens. TRYON, Man. Conch., X, p. 251, pl. 69, fig. 24. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., 90.

Collonia purpurescens. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 129, pl. XII, figs. 1-3.

This is a globose shell with five rounded whorls separated by subcanaliculated sutures and spirally sculptured by unequal graniferous riblets at unequal distances. Between the riblets there are one or several fine close spiral striae. The aperture is round and pearly within when living. The purple colour is more or less preserved in our specimens which are in general larger than those of the preceding species, height and diameter being about 11 millim. in the largest one. Rather frequent.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Mukaibatake, Harashita and Maruyama-no-saka in Shimo-Miyata, Kami-Miyata and Motowada). Upper Musashino of Kazusa and Shimosa.

Living.—Japan (DUNKER).

94. *Leptothyra* cf. *paucicostata*, DALL.

PL. V. FIG. 15.

A single imperfect specimen much water-worn and with fractured outer lip. It is a small shell, 8 millim. in height and diameter, depressed-globose, solid and imperforate. The whorls are few, rapidly growing, the last one having two strong, elevated spiral ribs above the angulated periphery separated by concave interspaces. Of these two ribs, the lower one is somewhat larger, while the one forming the periphery is about the same size as the upper rib. The base is flattened near the periphery and ornamented with five spiral threads. The place where the umbilicus ought to be, if it is present, is somewhat sunken. Lines of growth very distinct.

On comparing this species with the living forms figured by TRYON in his Manual of Conchology, it resembles *Leptothyra paucicostata* DALL (vol. X. p. 248, pl. 63, fig. 27) so much, that there is hardly any difference between the two. But our specimen being imperfect, I can not determine it with certainty.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu).

Living.—DALL's species lives on the coast of California.

Family Trochidæ.

Genus *Chlorostoma*, SWAINSON.

95. *Chlorostoma miyatense*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 33.

Shell small, flatly conical, pointed at apex; whorls about six, of which the first one and a half are nuclear and smooth, the others flatly convex with shallow but broad canaliculated sutures, spirally costellated; costellæ subequal, six on the penultimate whorl with the two uppermost granulate, separated by interspaces of nearly equal breadth which are finely but distinctly cross-striate by incremental lines. Periphery sharply angulated, projecting, crenulate by lines of growth. Base flat, with many unequal spiral threads crossed by lines of growth and appearing granulate. Umbilicus wide, deep, funnel-shaped with surface flat and only with lines of growth and with margin angular and crenulate. Aperture squarely rhombic with breadth somewhat greater than height. Inner lip smooth, the callus being partly spread over the base. Outer lip simple, sharp. The colour of the shell seems to have been white with pink blotches, as the latter are more or less distinctly preserved, though in a faded condition. Height 6 millim., diameter 8.5 millim. Two specimens.

The close ally of this species is *Chlorostoma gundlachi* PHIL. (Syst. Conch. Cab. Mart. u. Chemn., vol. I, part III, p. 226, pl. 34, fig. 13) from Cuba which PILSBRY in TRYON's Manual of Conchology (vol. XI, p. 185) considers as an immature form of *C. sculare* ANTON. Anyhow, our shell has a sharper periphery and a flatter base.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata and Maruyama-no-Saka in Shimo-Miyata).

96. *Chlorostoma quautoanum*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 24.

Shell umbilicate, conoid, rather thick; whorls about six, parted by deep canaliculated sutures, slightly convex in the upper half and somewhat concave in the lower half, closely spirally striated; striae subequal except the one at a small distance from the lower suture which is much stronger than the others, more than ten in number on the penultimate whorl, crossed by fine incremental lines making them appear finely granulate; the upper edge of the body-whorl coarsely and irregularly though weakly tuberculated. Periphery angular, yet not quite sharp. Base convex, finely and closely spirally striated, crossed by coarse lines of growth. Umbilicus deep, margined by a rounded ridge outside of which and at a little distance from it there is also a spiral cord, though not so large and elevated as the inner ridge. Aperture squarely rhombic, with breadth greater than height. Inner lip covered by a callus which is also partly spread on the inner side of the umbilicus. Height 7 millim. Diameter 10 millim.

The only specimen present is coloured dark-red or purple.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka).

97. *Chlorostoma tokunagai*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 25.

Shell small, conoid, rather thick; whorls about five, separated by somewhat canaliculated sutures, with four spiral threads except on the last whorl, of which the lowest situated somewhat above the suture is the largest, while the upper three are subequal; the space between the lowest thread and the suture is provided with a few fine spiral striae; body-whorl provided with many unequal spiral threads, the periphery two-angled being formed by two larger threads somewhat distant from each other and with the interstice concave and spirally striated; above the upper thread of

the periphery, there are still two coarser threads between which there are one to three finer ones. Base convex, with more than ten spiral striae between which there is an interstitial stria most distinct near the umbilicus which is small and deep. Lines of growth distinct, especially on the base. Aperture squarish (outer lip somewhat fractured). Height 4 millim., diameter 6 millim. The only specimen present is coloured pinkish with blotches of a deeper purple.

This species is easily distinguished from the preceding ones by bicarinated periphery.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka).

Genus *Cantharidus*, MONTFORT.

98. *Cantharidus japonicus*, (A. ADAMS).

PL. V. FIG. 26.

Cantharidus japonicus. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 95.

Ziziphinus japonicus. A. ADAMS, Proc. Zool. Soc. Lond., 1851, p. 167.

Trochus hilaris. LISCHKE, Jap. Meeresconch., II, p. 85, pl. V, figs. 14, 15.

Calliostoma hilaris. PILSBRY in TRYON'S Man. Conch., XI, p. 355, pl. 17, fig. 25.

The shell is small, high-conical, imperforate; whorls about six, almost flat with very little convexity, separated by subcanaliculated sutures, smooth with usually two, rarely three, impressed spiral lines near the lower suture which may be indistinct, or even wholly obsolete. Periphery angulated. Base convex with several spiral striae. Aperture subquadrate. Height 8 millim., diameter 6 millim.

Living specimens of this species shine with a yellowish to greenish hue on the surface and iridescent green inside the aperture. The traces of the external colour are partly preserved in our fossils.

Not frequent.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Mukaibatake in Shimo-Miyata); Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu).

Living.—Central and Western Japan.

Genus *Bembix*, WATSON.99. *Bembix crumpii*, (PILSBRY).

PL. V. FIGS. 27, 28.

Bathybembix crumpii. PILSBRY, Nautilus VI, p. 105, 103, pl. II, fig. 3. Cat. Mar. Moll. Japan, p. 97, pl. XI, fig. 4.

Only fragments, but recognized by a thin shell with two coarse spiral rows of distant spined tubercles with another row of much smaller tubercles close to the upper suture. The base has either distant crenulated spiral cords or rows of tubercles linked by threads. The specimens are somewhat smaller than that figured by PILSBRY. Rather frequent.

Fossil occurrence.—Kamakura Zone (Kewaizaka in Kamakura); Kanazawa Zone (Kanazawa and Teramae); Koshiha Zone (Koshiha).

Living.—Japan (Shelly O. Crump).

100. *Bembix convexiusculum*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 32.

Shell thin, turbate, imperforate. Whorls about eight, rather convex, with a spiral row of granules close to the lower as well as to the upper suture and with the intermediate space smooth. Periphery which is formed by the lower row of granules angulated. Base convex with about five distant subnodose spiral threads. Aperture subquadrate or subrhombic with the diagonal from front to behind longer than the other. The best, though not the largest, specimen measures 28 millim. in height and 19 millim. in diameter. Rare.

This species is easily distinguished from the foregoing by the want of large spiny tubercles. Rare.

Fossil occurrence.—Kamakura Zone (Kewaizaka in Kamakura); Kanazawa Zone (Kanazawa).

Genus *Margarita*, LEACH.101. *Margarita umbilicalis*, BRODERIP et SOWERBY.

PL. V. FIG. 29.

Margarita umbilicalis. BRODERIP and SOWERBY, Mal. and Conch. Mag., I, p. 26, 1836. Conch. Illust., fig. 5. PILSBRY, in TRYON'S Man. Conch., XI, p. 233, pl. 39, figs. 61, 62, 64, pl. 64, figs. 39-41.

Trochus umbilicalis. PHILIPPI in SYST. Conch. Cab. Mart. u. Chem., vol. II, part 3, Trochus, p. 245, pl. 37, fig. 2.

Two badly preserved specimens, the one with the diameter of about 9 millim. and the other with that of 8 millim. The shell is widely umbilicate, depressed-conic, thin, composed of about six convex whorls whose upper ones are closely spirally striated, the striae becoming obsolete on the lower whorls. Sutures deeply impressed. Aperture oblique, subcircular. Peristome simple. Umbilicus deep, funnel-shaped.

Though the greater part of the shell is broken, there is no doubt of its being the well-known arctic species.

Fossil occurrence.—Kamakura Zone (Kewaizaka in Kamakura).

Living.—Polar seas (Greenland, Melville Island, etc.).

102. *Margarita cinerea*, COUTHONY.

PL. V. FIG. 30.

Margarita cinerea. PILSBRY in TRYON'S Man. Conch., XI, p. 291, pl. 44, figs. 20, 25, pl. 60, fig. 29. GOULD, Invertebr. Massach., p. 252. LOVEN, Index Moll. Scand. p. 20.

Trochus cinereus. PHILIPPI in SYST. Conch. Cab. Mart. u. Chem., vol. II, part 3, p. 252, pl. 37, fig. 15.

Turbo cinereus. COUTHONY, Bost. Journ. Nat. Hist., II, p. 99, pl. 3, fig. 9.

A single example.

The shell is small, only 4 millim. in height and about 3.8 millim. in diameter, thin, turbate, umbilicate. The whorls are about six, shouldered, weakly convex on side, and flattened and horizontal above, spirally lirate, and obliquely striate. The lirae, except on the body-whorl, are four in number, subequal, the uppermost being on the flattened upper surface close to the suture, the next one forming the angular shoulder and the two remaining ones being on the lateral surface, dividing it into three subequal

parts. On the body-whorl there is a fifth lira at the periphery which is subangular. The oblique striae are sharp, numerous, narrower than interspaces, crossing the spiral lirae with points of intersection nodose. Base flatly convex, with two spiral lirae close to the periphery and some indistinct ones in the middle portion crossed by lines of growth. Umbilicus wide, funnel-like, bordered by two rows of granulated threads, the outer one of which forms the angular margin, with lines of growth within the umbilicus rather coarse. Aperture subcircular, very slightly subangular below.

I believe, this is one of the many forms of *Margarita cinerea* which is said to be very variable. The Japanese fossil looks very much like fig. 54 (pl. 64) of PILSBRY.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata).

Living.—Behring Sea, North Atlantic (Massachusetts ; Hebrides and Norway and still northward).

Genus *Turcica*, A. ADAMS.

103. *Turcica imperialis*, A. ADAMS.

PL. V. FIG. 31.

Turcica imperialis. A. ADAMS, Proc. Zool. Soc. Lond., 1863, p. 507. PILSBRY in TRYON'S Man. Conch., XI, p. 414, pl. 63, figs. 30, 31.

Trochus imperialis. LISCHKE, Jap. Meeresconch., III, p. 67, pl. IV, figs. 5, 6. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 28, pl. I, fig. 60.

Trochus adamsianus. SCHRENCK, Moll. Amurl. u. d. nordjap. Meeres, p. 358, pl. XVI, fig. 3.

A fine specimen, 19 millim. in height and 16 millim. in diameter. ADAMS described this species as follows:—

“Shell conoidal, spire acuminate, base obliquely produced, solid; whorls somewhat convex, with a strong nodulous cingulus at periphery, and beaded lirulae alternating with elevated lines, interstices obliquely striate; sutures canaliculate; furnished with a series of granules above; base convex, furnished with concentric granulose cinguli. Aperture oblique, subcircular; columella tortuous; terminating in a tooth; lip subexpanded, with entire margin; inside smooth.”

In our specimen, the granulose cinguli of the base are alternately coarse and fine, and about twelve in all. The aperture is subquadrate.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Mukaibatake in Shimo-Miyata). Upper Musashino of Kazusa and Musashi.

Living.—Northern, Central and Western Japan.

Genus *Calliostoma*, SWAINSON.

104. *Calliostoma cipangoanum*, YOKOYAMA.

PL. V. FIG. 23.

Shell small, conical, imperforate; whorls about five, slightly convex, spirally ribbed; ribs three with somewhat broader interspaces, the uppermost one close to the suture and beaded; on the body-whorl there is a fourth rib which is smooth and forms the keeled periphery; a fine interstitial line is present in each interspace except the lowest. Base rather flat with many close unequal spiral threads. Incremental lines indistinct except on the base. Aperture trapezoidal. Columella smooth. Height 3,5 millim., diameter 3,5 millim.

A single example. It resembles *Calliostoma occidentalis* MIGHELS et ADAMS (PILSBRY in TRYON'S Man. Conch. XI, p. 393, pl. 37, figs. 2, 3) from North Atlantic and the English Crag, but the periphery is decidedly more angular.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka).

105. *Calliostoma sagamianum*, YOKOYAMA.

PL. VI. FIG. 1.

Shell conical, imperforate, rather solid; whorls nearly flat with two elevated, granose spiral ridges dividing the surface into three unequal parts, of which the middle is the broadest and the lower the narrowest; these interspaces are ornamented with several unequal beaded striae whose number varies between two and six according to the breadth of the interspace. Periphery carinated, smooth. Base flattened, with many close unequal smooth spiral striae. Aperture trapezoidal.

The only specimen we possess lacks the upper portion of the spire, but it seems to have been high-conical. The diameter is 9 millim.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Genus *Euchelus*, PHILIPPI.

106. *Euchelus fenestratus*, YOKOYAMA.

PL. VI. FIG. 2.

Shell small, thick, globose-conical, imperforate; whorls about five, quickly growing, convex, spirally ribbed and longitudinally costellated; spiral ribs three on the penultimate whorl, eight on the last, with about equal interspaces, crossed by costellæ, dividing the interspaces into square pits, and making the ribs granose. Sutures impressed. Periphery rounded. Base convex, with an interstitial riblet between some ribs and developed only behind the outer lip. Columella smooth. Aperture subcircular. Outer lip thick, denticulate within, about 12 teeth being present between the posterior angle of the aperture and the lower end of the columella. Height and diameter 5 millim.

This shell of which we possess only one specimen resembles *Euchelus ruber* A. ADAMS (TRYON'S Man. Conch. XI, p. 440, pl. 67, fig. 79) living near Kamakura and in the Japan Sea, which is however umbilicate and has a greater number of spiral ribs.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka).

Genus *Umbonium*, LINK.

107. *Umbonium giganteum*, (LESSON).

PL. VI. FIG. 5.

Umbonium giganteum. PILSBRY in TRYON'S Man. Conch., XI, p. 454, pl. 58, figs. 17-18. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 134.

Rotella gigantea. LESSON, Illust. de Zool., t. 17, 1831. KIENER, Spec. et Icon. Coq. Viv., p. 46, pl. 3, fig. 7. SOWERBY, Thes. Conch., V, p. 136, pl. 472 figs. 15, 16.

Gilolulus giganteus. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. III p. 63.

A fractured specimen of a large, solid, depressed *Umbonium* with flattened to somewhat concave smooth whorls, rounded

periphery and slightly convex smooth base, is evidently a species now living near the coast of Central and Western Japan.

Fossil occurrence.—Naganuma.

Living.—Central and Western Japan.

108. **Umbonium costatum**, (VALENCIENNES).

PL. VI. FIG. 6.

Umbonium costatum. PILSBRY in TRYON'S Man. Conch., XI, p. 454, pl. 59, figs. 34, 35. DUNKER, Index Moll., p. 134.

Rotella costata. VALENCIENNES in KIENER, Spec. et Icon. Coq. Viv., p. 10, pt. 2, fig. 2.

Globulus costatus. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 91. SCHRENCK, Moll. d. Amurl. u. d. nordjap. Meeres, p. 367.

A large specimen measuring about 25 millim. in diameter and a much smaller one.

This species is like the preceding in shape, but easily distinguished by spiral grooves running over the whorls and a tendency to tuberculation of the uppermost part of the same. The original colour is faintly preserved.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Shimosa and Kausa.

Living.—Northern, Central and Western Japan.

Family **Cyclostrematidæ**.

Genus ***Cyclostrema***, MARRYATT.

109. **Cyclostrema duplicatum**, LISCHKE.

PL. VI. FIG. 8.

Cyclostrema duplicatum. LISCHKE, Malakozool. Blätter, vol. 19, p. 101. Jap. Meeresconch., vol. III, p. 61, pl. III, figs. 9, 10.

A single example 4 millim. in diameter agrees fairly well with a species described by LISCHKE under the above name. It is characterized by the double-keeled periphery above which there are two more keels. The base was described by LISCHKE as having two keels and the elevation surrounding the umbilicus is said to be keel-like. But in our specimen the base shows only a single keel and instead of a keel-like elevation there is only a rounded swell. The round and thickened mouth and spiral striae

on whorls and base crossed by lines of growth agree with the LISCHKE's description.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka).

Living.—Central Japan.

Family Fissurellidæ.

Genus *Macrochisma*, SWAINSON.

110. *Macrochisma sinensis*, A. ADAMS.

PL. VI. FIG. 3.

Macrochisma sinensis. A. ADAMS, Proc. Zool. Soc. Lond., 1855, p. 122. SOWERBY, Thes. Conch., vol. III, p. 250, fig. 219. PILSBRY in TRYON's Man. Conch., vol. XII, p. 190, pl. 59, figs. 56-59. Catal. Mar. Moll. Japan, p. 107, pl. VI, figs. 6-8.

This oblong shell with subparallel lateral margins, a fine latticed sculpture and a long narrow perforation posteriorly somewhat widened and equal to about one-third the length of the shell, has been minutely described by PILSBRY both in the Manual of Conchology and his Catalogue.

We possess three examples, the largest of which measures 19 millim. in length, 8.5 millim. in breadth and 5 millim. in height.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu). Upper Musashino of Shimosa.

Living.—Central Japan, China Sea, Singapore.

Genus *Fissuridea*, SWAINSON.

111. *Fissuridea* cf. *tanneri*, (VERRILL).

PL. VI. FIG. 18.

Fissurella tanneri. VERRILL, Proc. U. S. Nat. Mus., vol. V, p. 333, 1882; Trans. Conn. Acad. Sci., VI, p. 255, pl. 29, fig. 13.

Glyphis tanneri. PILSBRY in TRYON's Man. Conch., XII, p. 213, pl. 63, figs. 25, 26.

VERRILL's description of *Fissurella tanneri* runs as follows:

"Shell large, ovate, rather thin, with regularly and finely decussated sculpture. Apex nearer the anterior (smaller) end, moderately elevated. Perforation not large, round-ovate, conformable with the outline of the shell but more rounded, whole surface covered with rather fine, raised, radiating lines, with interstices of similar width or narrower; these are decussated by

numerous concentric raised lines, which rise into nodules, or towards the margin form small arched lamellæ in crossing the radii."

We possess two imperfect specimens, one of which measures about 10 millim. in height and is shown in the figure. They agree quite well with the above description, except in the presence of "nodules" and "small arched lamellæ" towards the margin, but it must be remembered that our specimens are much worn by friction with coarse sands abounding in the layer in which they were imbedded.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

The living specimens of *Fissuridea tanneri* are found on the east coast of North America, between Delaware Bay and Cape Hatteras in depths of 104–142 fathoms.

Genus *Puncturella*, LOWE.

112. *Puncturella subconica*,* YOKOYAMA.

PL. VI. FIG. 7.

The shell is elevated-conical, oblong in outline with acuminate involute vertex. The radiating riblets are alternately large and small, number about thirty-six in all, and are crossed by coarse unequal concentric lines of growth, making them appear sub-nodose in well preserved specimens. The summit is nearly in the middle pierced by a lanceolate fissure. Aperture oblong with subcrenulate margin. Height 5 millim., diameters 6 millim. by 4 millim. Three specimens.

In shape this species is just like *Puncturella fastigiata* (Proc. Zool. Soc., 1851, p. 228 and Thes. Conch., III, p. 208, figs. 15, 16) described by A. ADAMS from the Eastern Seas in which, however, the riblets are said to be equal. *Puncturella conica* ORB. from Falkland Islands (Thes. Conch. III, p. 208, pl. 245, figs. 1, 2) is very close to ours, the riblets being just as in the latter. But the figure given in Thesaurus looks a little flatter. Strange

* *Puncturella conica* ORB. in the list of shells given on p. 4 of my "Climatic Changes in Japan since the Pliocene Epoch" refers to this species.

to say, this same species is figured in TRYON'S Manual (vol. XII, pl. 63, figs. 40, 41) much higher, with a larger summit and a more oval aperture, so that it looks like a different species. Therefore, in absence of real specimens for comparison, it is impossible to determine whether our fossil is identical with it or not. On this account I deemed it more advisable to describe the former as a new species. But the close relationship existing between the two is undeniable.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

Genus ***Emarginula***, LAMARCK.

113. ***Emarginula fragilis***, YOKOYAMA.

PL. VI. FIG. 10.

Shell thin, depressed-conic, ovately oblong in outline; apex subposterior, prominent, recurved with front slope convex and posterior slope nearly straight and steep. The sculpture consists of radiating riblets and concentric striae. Radiating riblets numerous, about thirty in number with an interstitial riblet between, which generally does not attain the apex; between the riblet and the interstitial one there are still one to three equal or unequal fine striae. Concentric striae very fine, tolerably close together, especially distinct in the interspaces but going over the riblets, making them more or less granulate and rough. Posterior slit deep. Cicatrix elevated, bounded by two sharp ridges and divided into rectangular pits by transverse septa. Apertural margin crenulate. Height 8,5 millim., longer diameter 14 millim., shorter diameter 10 millim.

A single specimen.

This species comes closest to *Emarginula cancellata* PHIL. (Thes. Conch., III, pl. 246, figs. 15, 16) of the Atlantic, but is more elevated and the posterior slope steeper.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Harashita in Shimo-Miyata).

114. *Emarginula* sp.

PL. VI. FIG. 15.

Two imperfect specimens of a depressed-conical shell, more depressed but larger than the preceding species. The general outline is ovate-oblong or elliptical, with somewhat posterior recurved apex, and sculptured with alternately large and small radiating riblets between which there may be still one or two finer ones. The total number of large and small riblets may be about sixty. There riblets are also crossed by very fine somewhat distant concentric lines most distinct in the intercostellar spaces. The anterior portion of the shell is broken in both specimens, therefore the form of the slit and cicatrix are not known. One of the specimens measures 6 millim. in height about 16 millim. in length and 12 millim. in width. It seems to resemble *Emarginula costulata* DESH. (TRYON'S Manual, XII, pl. 41, figs. 12, 13) and *Emarginula puncticulata* A. AD. (Thesaur., III., *Emarginula* fig. 14), but a strict comparison is not possible.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

Family *Acmæidæ*.Genus *Acmæa*, ESCHSCHOLTZ.115. *Acmæa heroldi*, (DUNKER).

PL. VI. FIG. 12.

Acmæa heroldi. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan., p. 111, pl. VI, figs. 13-18. LISCHKE, Jap. Meeresconch., II, p. 96.

Patella heroldi. DUNKER, Moll. Jap., p. 24, pl. III, fig. 13.

Patella pygmæa. DUNKER, Moll. Jap., p. 24, pl. III, fig. 20.

Tectura heroldi. DUNKER, Index Moll., p. 154.

A small ovately elliptical shell, not very high, sculptured with unequal riblets which are either close together, or more or less separate. Vertex situated at the anterior fourth of the shell's length. The largest of our specimens measures 5 millim. in height, about 12,5 millim. in length and 9 millim. in width. Rare.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu and Yokosuka).

Living.—Central and Western Japan.

116. *Acmæa kuragiensis*, YOKOYAMA.

PL. VI. FIG. 9.

Shell small, thin, conical, oval in outline, obtusely pointed at apex which is somewhat anterior. Anterior as well as posterior slope straight. The sculpture consists of very fine radiating lines crossed by equally fine but distinct concentric striæ, making them appear finely crenulate. Length 7 millim., breadth 5 millim., height 4 millim. A single specimen.

This shell is closely allied to *Acmæa triangularis* (CARP.) (TRYON'S Manual, XIII, p. 20, pl. 7, figs. 74-78) and to *Acmæa patina* ESCH. var. *ochracea* DALL (TRYON'S Man., loc. cit., pl. 9, fig. 7-9), both from California. But our shell is distinguished from them by crenulate radiating lines.

Fossil occurrence.—Koshiba Zone (Koshiba).

117. *Acmæa nojimensis*, YOKOYAMA.

PL. VI. FIG. 11.

Shell small, thin, conical, oblong in outline, with anterior and posterior slopes somewhat convex and lateral surfaces somewhat flattened. Apex a little anterior, pointed. Surface with fine radiating lines which are almost obsolete. Length 9 millim., breadth 5 millim., height 5 millim. A single specimen.

At first I took this for the same species as the preceding, but the higher form and the non-crenulate, obsolete radiating lines make it appear somewhat different. So at present I prefer to treat it as a new species. It is not unlike *Acmæa conulus* DKK. (Moll. Jap., p. 24, pl. III, fig. 19) which is, however, higher and broader.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Nojima).

Family **Patellidæ**.Genus ***Helcioniscus***, DALL.118. ***Helcioniscus pallidus***, (GOULD).

PL. VI. FIGS. 16, 17.

Helcioniscus pallidus. PILSBRY in TRYON'S *Man. Conch.*, vol. XIII, p. 133, pl. 67, figs. 9, 10. *Catal. Mar. Moll. Japan*, p. 112.

Patella pallida. GOULD, *Proc. Bost. Soc. Nat. Hist.*, VII, p. 162. DUNKER, *Index Moll. Mar. Jap.*, p. 156. LISCHKE, *Jap. Meeresconch.*, I, p. 112.

Patella lamanonii. SCHRENCK, *Moll. d. Amurl. u. d. nordjap. Meeres*, p. 303, pl. XIV, figs. 6-9.

There are several specimens which can be assigned to this species. The largest which is a little broken is 28 millim. long, about 24 millim. broad and 17 millim. high, with about twenty-two ribs at unequal distances and one to several interstitial riblets. The position of the apex varies as in the living forms, being either subcentral or more anterior. The shape is subovate to oval in outline and high-conical, the slopes being straight or somewhat convex.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata, Shimo-Miyata and Motowada); Koshiha Zone (Koshiha). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Central and Northern Japan.

Class **Scaphopoda**.Family **Dentaliidæ**.Genus ***Dentalium***, LINNÉ.119. ***Dentalium complexum***, DALL.

PL. VI. FIG. 27.

Dentalium complexum. DALL, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, XVII, 1895, p. 636, pl. 26, fig. 3. PILSBRY in TRYON'S *Man. Conch.*, vol. XVII, p. 76, pl. 20, fig. 35. IWAKAWA, *Cat. Jap. Moll. Nat. Hist. Departm.*, Tokyo Imp. Museum, part I, p. 135.

Shell thick, solid, only gently curved towards the apex, with about forty round-topped, elevated longitudinal riblets which are

mostly subequal on the apertural end, but alternately large and small towards the apex. Interspaces generally wider than the riblets. Striae of growth close, fine and sometimes very prominent. Orifices nearly circular.

This species is very much like *D. vermedei* HANLEY (SOWERBY, Thesaurus, vol. III, *Dentalium*, p. 101, pl. 225, fig. 3) living in our seas, but is readily distinguished by the interspaces being wider than the riblets, while the reverse is the case in the HANLEY species.

Very frequent, especially in the Kanazawa and Koshiba Zones.

Fossil occurrence.—Kamakura Zone (Urago); Kanazawa Zone (Kanazawa and Nojima); Koshiba Zone (Koshiba); Naganuma Zone (Kikkōzan, Iijima and Naganuma).

Living.—Sandwich Islands at a depth of about 300 fathoms; also Enoura in Suruga Bay, Central Japan.

120. *Dentalium weinkauffi*, DUNKER.

PL. VI. FIGS. 19–21.

Dentalium weinkauffi. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 153, pl. V, fig. 1. PILSBRY in TRYON'S Man. Conch., vol. XVII, p. 40, pl. II, fig. 26.

Dentalium cf. weinkauffi. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 33, pl. II, fig. 16.

This species is recognized by its well-curved shell, ribbed in the apical portion, but smooth in its apertural portion, the ribs gradually vanishing towards the latter. The number of ribs varies according to the individuals, but are generally between twelve and sixteen near the apical end, gradually increasing, however, towards the aperture. Frequent, but mostly broken.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Mukaibatake in Shimo-Miyata, and Kami-Miyata); Kanazawa Zone (Nojima); Koshiba Zone (Koshiba); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living.—Central Japan.

121. *Dentalium octogonum*, LAMARCK.

PL. VI. FIGS. 22, 23, 24.

Dentalium octogonum. LAMARCK, Anim. sans Vert., V, p. 344. LISCHKE, Jap. Meeresconch., II, p. 103, III, p. 75, pl. V, figs. 1-3. DUNKER, Moll. Mar. Jap., p. 153. SCHRENCK, Moll. Amurl. u. d. Nordjap. Meeres, p. 381. BRAUNS, Geol. Envir. Tokio, p. 95. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 33, pl. II, fig. 15.

Dentalium octingulatum. DONOVAN, Nat. Hist. Brit., Shells, V, pl. 162. PILSBRY in TRYON'S Man. Conch., XVII, p. 16, pl. II, figs. 16-18, 22.

Dentalium hexagonum. GOULD, Proc. Bost. Soc. Nat. Hist., vol. VII, p. 166. Otia Conch., p. 119. SOWERBY, Thes. Conch., III, p. 103, pl. 223, fig. 10. LISCHKE, Jap. Meeresconch., III, p. 74, pl. V, figs. 4, 5, and var., figs. 6, 7. PILSBRY in TRYON'S Man. Conch., XVII, p. 18, pl. II, figs. 20, 21, and var. 23, 24, 27, 28.

Dentalium seecostatum. SOWERBY, Thes., III, p. 103, pl. 223, fig. 11.

The shells of a *Dentalium* here figured have been formerly described as two distinct species under the names of *octogonum* and *hexagonum*. But the number of ribs on which the above distinction is based is very variable: it varies between six and nine. Fig. 22 has six, but fig. 23 has seven and fig. 24 nine. The interstitial riblets or striae are also variable in number. In some interspaces there are none, in others there are three to six. They are equal or subequal, equidistant or inequidistant.

Frequent.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Nagai); Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living.—Northern, Central and Western Japan; China; Australia; Ceylon.

122. *Dentalium edoense*, TOKUNAGA.

PL. VI. FIG. 28.

Dentalium edoense. TOKUNAGA, Foss. Envir. Tokyo, p. 34, pl. II, fig. 17.

Several fragments of a small, slender, tubular shell, hardly 1.5 millim. in the greatest diameter, well curved but with curvature not always quite regular, and with surface smooth, glossy, and more or less uneven in some parts seem to be identical with the one described by TOKUNAGA under the above name. In one specimen very faint and extremely fine longitudinal lines are observable under a strong magnifier.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Nagai); Yokosuka Zone (Yokosuka); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi and Shimosa.

Living.—Central and Western Japan.

Genus *Cadulus*. PHILIPPI.

123. *Cadulus gordonis*, YOKOYAMA.

PL. VI. FIG. 25, 26.

Shell small, slender, slightly curved, smooth, obtusely angulated just behind the aperture, whence it narrows both anteriorly and posteriorly, but very quickly anteriorly and very gradually posteriorly. Aperture circular, straight. No slit. Length 7 millim. greatest diameter 1 millim., posterior diameter 0,8 millim. Two specimens, one of which is broken.

This species is closely allied to *Cadulus acus* DALL (TRYON'S Manual, XVII. p. 191, pl. 36, fig. 27) from the West Indies in which, however, the shell is more pointed and the aperture somewhat oblique.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Nagai); Naganuma Zone (Naganuma).

Class **Lamellibranchiata.**

Order **Teleodermacea.**

Family **Pholadidæ.**

Genus *Pholas*, LINNÉ.

124. *Pholas fragilis*, SOWERBY.

PL. VI. FIG. 29.

Pholas fragilis. SOWERBY, Thes. Conch., vol. II. p. 488, pl. 108, figs. 92, 93. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I. p. 143.

Barnea fragilis. DUNKER, Index Moll., p. 170.

The shell is thin, fragile, transversely elongated, with the anterior ventral margin widely notched and gaping, and the posterior margin roundly pointed. The sculpture consists of

numerous, low, wavy, concentric laminae, more wavy in the anterior than in the posterior half; and these waves are so arranged as to cause their crests to form radiating ribs which become fainter towards the posterior, getting quite obsolete near the posterior end of the surface. In some specimens the laminae in the posterior part are cut up into many small parts or tubercles which are again arranged in a radial direction.

In none of the several specimens at hand is the dorsal shield preserved. The largest one measures 30 millim. in length and 11 millim. in height.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu and Yokosuka). Upper Musashino of Shimosa.

Living.—Western Japan; PHILIPPINES.

Genus *Jouannetia*, C. des MOULINS.

125. *Jouannetia japonica*, YOKOYAMA.

PL. VII. FIG. 1.

Shell small, thin, fragile, globose, widely gaping in front, with the anterior end bluntly pointed and smooth, and the posterior end rounded. Surface divided into two parts by a deep groove running from beak to antero-ventral angle, whence the margin which is crenate ascends obliquely upward anteriorly. The sculpture consists of distant concentric laminae which in the anterior portion are wavy, the crests of the waves forming about eight radiating ribs whose interspaces are unequal, being broader in the anterior portion. Accessory plates not preserved. Height 6 millim., length about 7 millim. Rare.

QUOY and GAIMARD described an allied species from the PHILIPPINES under the name of *Pholus globulosa* (Voy. Astrolabe, III, p. 549, pl. 83, figs. 16–19) in which, however, the anterior end is serrate, and there is a radiating row of angular points in the middle of the posterior half of the surface.

Another allied species is living in the Bay of Sagami. It is still undescribed, but is very close to the fossil form, the chief

distinction lying in the finer radiating ribs and closer, less prominent, concentric laminae.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu).

Family **Saxicavidæ.**

Genus ***Saxicava***, FLEURIAU de BELLEVUE.

126. ***Saxicava orientalis***, YOKOYAMA.

PL. VII. FIGS. 2, 3.

Shell thin, fragile, transversely elongato-oblong, moderately convex, inequilateral, the anterior side being about one-third of the posterior, rounded in front, subtruncate (?) behind, nearly straight ventrally. Surface rather uneven, with an edge running from beak to postero-ventral angle which is rather sharp near the beak, but blunt and indistinct near the shell-margin. The sculpture consists of coarse irregular lines of growth, most prominent behind the umbonal edge. Pallial line indistinct, but pearly lustre is visible along it. Tooth one in each valve, triangular and transversely elongated, situated just below the beak and close to it.

A few specimens which we possess are all more or less fractured. The left valve shown in the figure measures 11 millim. in length, 7 millim. in height and 1.5 millim. in depth.

A shell described as *Saxicava? fragilis* Nyst. by Wood from the Coralline Crag (vol. II, Bivalves p. 288, pl. XXIX, 6) is somewhat like our species, though decidedly shorter.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu). Upper Musashino of Kazusa.

Family **Pholadomyidæ.**

Genus ***Pholadomya***, SOWERBY.

127. ***Pholadomya japonica***, YOKOYAMA.

PL. VI. FIGS. 30, 31.

Two good specimens were obtained, but owing to the extremely fragile state of the shell, they became subsequently very imperfect.

The shell is transversely elongate and oblong, very inequilateral, swollen, and more so in the anterior than in the posterior portion. The sculpture consists of concentric ribs and radiating rows of tubercles. The concentric ribs are low and roof-like, with wide flat intervals, getting posteriorly unequal and irregular, and looking like coarse incremental lines. The radiating ribs which are not present in the posterior portion of the shell are distant and made up of rows of sharp tubercles on the concentric ribs, which get sharper and spiny in the anterior portion. These ribs situated in the middle portion of the shell leave tubercular impressions on the cast, while those situated in its anterior portion leave none. The impressions of concentric ribs on the internal cast are more prominent than the real ribs on the shell's surface.

This species is like *Pholadomya hesterna* Sow. (Wood, Crag Moll., Bivalves, p. 166, pl. XXX, fig. 1) of the English Crag which is, however, more swollen and spiny.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Family **Corbulidæ**.

Genus ***Corbula***, BRUGUIÈRE.

128. ***Corbula venusta***, GOULD.

PL. VII. FIGS. 4-6.

Corbula venusta. GOULD, Proc. Bost. Soc. Nat. Hist., vol. VIII, p. 25. Otia Conch., p. 164. SCHRENCK, Moll. d. Amurl. u. d. Nordjapan. Meeres, p. 583, pl. XXV, figs. 1-4. DUNKER, Index Moll., p. 177. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 39, pl. II, fig. 22.

A small, solid, ovately triangular, rather compressed shell is broader than high, rounded in front and obliquely subtruncate behind, with the ventral border broadly arcuate. The surface is marked by a sharp edge running from the beaks to the postero-ventral angle, and there is a shallow depression running longitudinally in the middle portion, distinct near the beaks, but indistinct toward the ventral margin. The sculpture consists of concentric grooves which are rather irregular and unequal. Length 10 millim., height 7 millim., thickness 4.5 millim.

Very frequent.

Fossil occurrence.—Miyata zone (Shimo-Miyata, Yamagayado in Kami-Miyata, Motowada and Nagai); Yokosuka Zone (Otsu and Yokoska); Koshiba Zone (Koshiba); Naganuma Zone (Naganuma); upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living.—Northern Japan (the Hokkaido).*

Genus *Basterotia*, MAYER.

129. *Basterotia gouldii* (A. ADAMS).

PL. VII. FIG. 7.

Basterotia gouldi. PILSBRY, Cat Mar. Moll. Japan, p. 118.

Eucharis gouldii. A. ADAMS, Ann. Mag. Nat. Hist., April, 1864, p. 309, November 1868, p. 366. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 178, pl. IX. figs. 7-11.

Shell ovately subtrigonal, convex, rugosely concentrically striate, subgranose in front. Beaks tumid, strongly inclined forward, with an obtuse keel running from the beak to the postero-ventral angle. Right valve with one strong tooth and a ligamental pit behind it.

A single right valve 8.5 millim. long and 7.5 millim. high.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu).

Living.—Western Japan (Setouchi, Kyushu).

130. *Basterotia trapezium*, YOKOYAMA.

PL. VII. FIGS. 8, 9.

Shell rather thin, moderately swollen, strongly inequilateral, roundly four-sided, no two sides of which are equal or parallel, narrowed towards front and rounded at margin, dilated behind and obliquely truncate, so that the posterior margin forms a rounded angle with the broadly arcuate ventral margin. Surface concentrically rugose, a keel which may be rather indistinct running from the beak to the postero-ventral angle. Beaks small, pointed.

* Tokunaga mentions Whampoa near Canton as one of the places where *Corbula venusta* lives. But this seems to be a mistake.

Two right valves one of which is 11 millim. long, 8 millim. high and 3 millim. deep, while the other is 9,5 millim. long, 6,5 millim. high and 2,5 millim. deep.

This species is closely allied to a living one found in Sagami Bay and probably identical with *Basterotia recluzei* A. ADAMS (Ann. Mag. Nat. Hist., 1864, p. 309, unfigured). But the living form is less inequilateral and the difference of the heights of the anterior and posterior ends less great.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu).

Family **Mesodesmatidæ**.

Genus ***Ervilia***, TURTON.

131. ***Ervilia otsuensis***, YOKOYAMA.

Pl. VII. Figs. 21, 22.

Shell small, rather strong, moderately convex, ovately triangular, equilateral; anterior border rounded, posterior obliquely subtruncate, making a sharp angle with the broadly arcuate ventral border. Surface concentrically and rather unequally grooved. Beaks median, small but pointed. Anterior as well as posterior cardinal tooth strong, with a longly triangular ligamental pit between, whose posterior basal angle somewhat projects obliquely downward. Pallial line distinct with sinus shallow, rapidly narrowing and bluntly ending. One left and one right valve apparently belonging to different individuals.

The left valve measures 15 millim. in length, 12 millim. in height and 3,5 millim. in depth. The right valve is slightly larger.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Ōtsu).

Family **Mactridæ**.

Genus ***Mactra***, LINNÉ.

132. ***Mactra veneriformis***, DESHAYES.

Pl. VII. Fig. 10.

Mactra veneriformis. Deshayes, Proc. Zool. Soc. London, 1853, p. 15. Reeve, Conch. Icon., *Mactra*, pl. IX, fig. 78. Lischke, Jap. Meeresconch., I, p. 133, II, p. 121, pl. IX, fig. 78. Wein

kauff in Syst. Conch. Cab. v. Mart. u. Chemn. XI, pt. 2, *Mactra*, p. 63, pl. 22, fig. 3, 3a. Brauns, Geol. Envir. Tokio, p. 38, pl. IV, fig. 17. Tokunaga, Foss. Envir. Tokyo, p. 40.

Mactra quadrangularis. Deshayes, Proc. Zool. Soc. London, 1853, p. 15, No. 5. Reeve, loc. cit., pl. 1, fig. 3.

Trigonella veneriformis. Dunker, Index Moll., p. 182.

We possess two specimens of the left valve which are both ventricose, though somewhat differing in shape. The one is roundly triangular, while the other is more quadrangular. The former has both ends of the shell more pointed than the latter and corresponds to what Lischke at first called *Mactra zonata* (loc. cit. II. p. 6) and subsequently reduced to a variety of *Mactra veneriformis* (II. p. 121). Indeed, the form is very variable as shown by hundreds of specimens now living in Tokyo Bay.

Fossil occurrence:—Yokosuka zone (Otsu); Upper Musashino of Musashi and Shimosa

Living.—Central and Western Japan; Northern China.

Genus *Lutraria*, LAMARCK.

133. *Lutraria radiata*, YOKOYAMA.

PL. VII. FIG. 11.

Two right valves, the larger measuring 68 millim. in length, 33 millim. in height, and 7.5 millim. in depth.

The shell is thin, compressed, transversely elliptical, posteriorly somewhat dilated, strongly inequilateral the anterior side being somewhat less than one-half its posterior side; anterior as well as posterior end rounded, ventral border broadly arcuate and sharp, dorsal border nearly straight. The surface sculpture consists of small wrinkles covering the concentric lines of growth, and faint radiating, more or less straight striae most distinct in the central and anterior portions, but obsolete in the posterior portion and in the region near the beak. Pallial sinus very large, linguiform. Ligamental pit triangular with a strong tooth in front of it, while the one behind it is very thin.

The inner side of the shell still possesses traces of a dark purplish colour, especially along the margins.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma),

Family **Solenidæ**.

Genus ***Solen***, LINNÉ.

134. *Solen gordonis*, YOKOYAMA.

PL. VII. FIG. 23.

Shell linear, straight, with upper and lower margins straight and parallel; anterior end truncate, nearly perpendicular and straight or even slightly concave with angles a little rounded; posterior end also truncate, straight, perpendicular, with angles somewhat more rounded than those of the anterior.

A single specimen present is 100 millim. long, and 19 millim. high at the anterior and 20 millim. at the posterior end.

This species is very closely akin to *Solen beekii* PHILIPPI (Abbild., III, p. 43, *Solen* pl. II. fig. 1) from an unknown locality, in which, however, the anterior end is more oblique and the posterior more rounded.

Living.—Western Japan (Awaji Island).

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata).

Genus ***Solecortus***, BLAINVILLE.

135. *Solecortus abbreviatus*, GOULD.

PL. VII. FIGS. 12, 13.

Solecortus abbreviatus. GOULD, Otia Conch., p. 164. REEVE, Conch. Icon., *Solecortus*, pl. II, fig. 3. CLESSIN in Syst. Conch. Cab. Mart. u. Chem., vol. XI, pt. 3, *Solenaceae*. p. 93, pl. 22, fig. 3.

The shell is thin and rather compressed, transversely oblong, more than twice as long as high, anteriorly and posteriorly broadly rounded, the posterior end sometimes appearing obliquely subtruncate rather than rounded. The ventral border is somewhat excavated in the middle, while the dorsal border is nearly straight, the arching being very slight. The beak is nearly median, the anterior side being only very little longer than the posterior. The surface is concentrically wrinkled, with a distinct radiating groove

in the middle which is directed a little obliquely to the posterior side, and considerably widens towards the ventral margin. The inner surface of the shell shows a broad, somewhat elevated rib corresponding to the external groove and also many radiating lines, a few of which behind the rib are very marked and rib-like. Pallial sinus large, deep and rounded.

There are many specimens which, however, owing to the thin and brittle state of the shell are mostly broken. The largest and best preserved one is a left valve, 44.5 millim. in length, 20.5 millim. in height and about 7 millim. in depth.

A living shell which we possess for comparison is unfortunately waterworn and bleached, but the original colour seems to have been yellowish, and a part of the epidermis still attached to the shell is dark green in colour.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Central Japan (Coast of Awa or Bōshu); Hong-Kong.

136. *Solecortus divaricatus*, (LISCHKE).

PL. VII. FIG. 14.

Solecortus divaricatus. CLESSIN in Syst. Conch. Cab. Mart. u. Chemn., vol. XI, pt. 3, Solenacea, p. 87, pl. 21, fig. 4.

Macha divaricata. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 142, pl. X, figs. 1, 2. DUNKER, Index Moll., p. 175, pl. VII, fig. 26. TOKUNAGA, FOSS. ENV. Tokyo, p. 36, pl. II, fig. 20.

A single fragment of the posterior end of the right valve which, on comparison with the living specimens, leaves no doubt of its being the above mentioned species.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu); Upper Musashino of Shimosa, Kazusa and Musashi.

Living.—Central and Western Japan.

Family Tellinidæ.

Genus *Tellina*, LINNÉ.

137. *Tellina nitidula*, DUNKER.

Pl. VII. FIG. 15.

Tellina nitidula. DUNKER, Moll. Jap., p. 27., pl. III, fig. 14. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 129, II, p. 113, pl. X, figs. 10, 11. BRAUNS, Geol. ENV. Tokyo, p. 39, TOKUNAGA, FOSS. ENV. Tokyo, p. 42, pl. II, fig. 30. abc.

The shell is transversely oval, very thin, compressed, with the anterior side longer than the posterior. The anterior margin is rounded, while the posterior is arcuate and at its junction with the ventral margin bluntly angulate. The hinge consists of two small diverging teeth, of which the anterior in the left valve and the posterior in the right valve is bifid. The so-called Tellina-fold is not so marked in this species. The surface in grown specimens is concentrically striated. The umbonal edge running from the beak to the postero-ventral angle is very obtuse. The pallial sinus is large and deep, almost reaching to the anterior adductor impression.

One left valve and one small right valve. The former measures 23 millim. in length and 14 millim. in height.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Nagai) and Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living.—Central and Western Japan.

138. *Tellina ojiensis*, TOKUNAGA.

PL. VII. FIGS. 16, 17.

Tellina ojiensis. TOKUNAGA, FOSS. ENV. TOKYO, p. 44, pl. II, figs. 34 a, a', b.

The shell is rather small, not very thin, compressed, obliquely subovate, somewhat inequivalve and inequilateral, the posterior side being a little shorter than the anterior. Anterior and posterior dorsal margins sloping, the posterior more steeply than the anterior. Anterior margin rounded and passing gradually into the broadly arcuate ventral margin. Postero-ventral angle obliquely truncate. The surface is covered with fine, regular, concentric grooves which, at the obtuse umbonal edge, abruptly curve upward. Posterior fold rather weak. Of the two cardinal teeth, the anterior in the left valve and the posterior in the right valve is bifid. Lateral teeth two, one on each side. Pallial sinus very large and deep, reaching nearly to the anterior adductor impression. Rather frequent. The largest left valve in our possession measures 19 millim. in length of which 8.5 millim.

belong to the posterior side, 14 millim. in height, and 3,5 millim. in depth.

Fossil occurrence.—Miyata zone (Nagai and Kami-Miyata); Upper Musashino of Musashi and Shimosa.

Living.—Northern Japan according to Tokunaga.

139. *Tellina vestalioides*, YOKOYAMA.

PL. VII, FIG. 25.

Two left valves.

Shell transversely oblong, compressed, thin, somewhat inequilateral, the posterior side shorter than the anterior, anterior border rounded, going over gradually on one side into the sloping dorsal margin and on the other into the broadly arcuate ventral margin, posterior border obliquely truncate, making obtuse angles with the gradually sloping dorsal margin as well as with the ascending ventral margin, the angle with the former being more obtuse than that formed with the latter. Surface uniformly and flatly convex, except the region bounded by a very obtuse umbonal edge and postero-dorsal margin which is somewhat depressed along the median line. The sculpture consists of concentric incremental lines and very faint and unequal radiating lines which are also seen on the inner surface. Cardinal teeth two, the anterior in the left valve being bifid. Laterals indistinct in the same valve. Posterior fold very slight. Pallial sinus very deep, reaching almost to the anterior muscular impression. Length 32 millim. of which 17,5 millim. belong to the anterior side, height 19,5 millim., depth 4 millim.

This species is very closely related to *Tellina vestalis* HANLEY (Syst. Conch. Cab. Mart. Chemn., vol. X, pt. 4, Tellinidae, p. 174, pl. 35, figs. 9–11) from the Philippines, so closely, indeed, that there is almost no marked difference in shape. But the latter seems to differ from ours in the following points: very thin and translucent shell, a single tooth in the left valve instead of two, and absence of faint radiating lines.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Northern Japan (Hakodate).

140. *Tellina serricostata*, TOKUNAGA.

PL. VII. FIG. 24.

Tellina serricostata. TOKUNAGA, Foss. Envir. Tokyo, p. 43, pl. II, fig. 32.

Shell thin, flattened, transversely ovate, almost equilateral. Anterior margin rounded, posteriorly rostrate with end obliquely truncate; antero-dorsal margin sloping, somewhat convex; postero-dorsal margin also sloping, slightly concave; ventral margin broadly arcuate, becoming more straight towards the posterior end, or even, shallowly notched near it. Surface with a blunt edge, running from the beak to the postero-ventral corner. The space between the edge and the postero-dorsal margin is only slightly depressed. The sculpture consists of fine concentric lamellar riblets with the interspaces looking like furrows. Beaks small but prominent, directed posteriorly. Main teeth two, the anterior in the right valve consisting of two separate teeth; laterals in the right valve distinct, one on each side. Pallial sinus large and deep, reaching near to the anterior muscular impression and going upward to two-thirds the height of the shell.

Only two right valves, the larger of which is 26 millim. long, 15 millim. high and 35 millim. deep.

This species shows a close resemblance in shape to *Tellina incarnata* L. (Syst. Conch. Cab., vol. X, part 4, p. 126, pl. 29, figs. 1-5) of the Atlantic, but the lamellar riblets and the separate anterior main tooth of the right valve are the chief distinguishing characters.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata); Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Musashi.

141. *Tellina miyatensis*, YOKOYAMA.

PL. VII. FIG. 18.

Shell small, thin, flattened, transversely suboblong, very inequilateral, the anterior side more than double the length of the posterior. Anterior end perpendicularly truncate, posterior rounded, gradually passing into the sloping antero-dorsal margin

as well as into the broadly arcuate ventral margin which in the posterior part becomes nearly straight and forms a rounded right angle with the truncate end. Postero-dorsal margin straight, sloping, but somewhat more steeply than the antero-dorsal. Surface with an obtuse edge or keel running from beak to postero-ventral corner, the narrow space bounded by this edge and the postero-dorsal margin being quite flat. The sculpture consists of fine concentric furrows which bend abruptly upward at the edge. Main teeth two, the anterior one thick and bifid, the posterior thin and longer; laterals in the left valve indistinct. Pallial sinus large and deep, approaching to the anterior muscular impression. A single left valve, 10 millim. in length, 5 millim. in height and 1,2 millim. in depth.

This species may possibly be a *Macoma*, for it is related to *Macoma praemitis* RÖM (Syst. Conch. Cab., vol. X, p. 257, pl. 48, figs. 7-9) of our seas, but is longer and more inequilateral. It is also like *Tellina donacina* L. (Forbes & Hanley, Brit. Moll., I. p. 292, pl. XX, figs. 3,4) of the Atlantic, in which, however, the anterior side is wedge-shaped.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata). Upper Musashino of Musashi, Shimosa, and Kazusa.

Genus *Macoma*, LEACH.

142. *Macoma dissimilis*, (MARTENS).

PL. VII. FIGS. 19, 20.

Macoma dissimilis. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 125.

Macoma nasuta. FUKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 45, pl. III, fig. 2.

Tellina dissimilis. MARTENS, Ann. Mag. Nat. Hist., Series III, vol. 16, p. 430.

Tellina nasuta var. *dissimilis*. LISCHKE, Jap. Meeresconch., II, p. 115, pl. IX, figs. 15-17.

Tellina nasuta. BRAUNS, Geol. Env. Tokyo, p. 39.

Without going into the discussion of whether *Macoma dissimilis* MART. is identical with *Macoma nasuta* CONRAD or not, I simply say that two right valves with a very strong posterior fold agree quite well with the shell described by LISCHKE as a variety of *Macoma nasuta* in his work on our marine mollusks. The so-

called *Tellina* (*Macoma*) *nasuta* of the Upper Musashino of the neighbourhood of Tokyo all belong to the present species. Rare.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata); Yokosuka Zone (Otsu); Upper Musashino of Oji, Tabata and Shinagawa.

Living.—Central Japan.

143. ***Macoma inquinata*, (DESHAYES).**

PL. VIII. FIGS. 1, 2.

Macoma inquinata. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 124. ARNOLD, Pal. a. Strat. Mar. Plioc. a. Pleist. San Pedro, p. 162, pl. XVI; fig. 4.

Tellina inquinata. DESHAYES, Proc. Zool. Soc. London, 1854, p. 357. RÖMER in Syst. Conch. Cab., vol. X, pl. 4, p. 227, pl. 44, fig. 1-4. DUNKER, Index. Moll., p. 190.

Tellina inquinata var. *incongrua*. LISCHKE, Jap. Meeresconch., II, p. 117, pl. X, figs. 12, 13.

Tellina incongrua. Martens, Ann. Mag. Nat. Hist. series III, vol. 16, p. 430. RÖMER in Syst. Conch. Cab., X, pl. 4, p. 225, pl. 43, figs. 11-13.

This species is distinguished from the preceding by the higher and more swollen form and the ventral margin more quickly ascending to the posterior end.

We possess only a few examples, of which a right valve measuring 31 millim. in length 25 millim. in height and 7 millim. in depth is the largest.

Fossil occurrence in Japan:—Miyata Zone (Nagai) and Yokosuka Zone (Otsu). Upper Musashino of Shimosa.

Fossil occurrence in foreign countries:—Pliocene and Pleistocene of California.

Living:—Northern, Central and Western Japan. Okhotsk Sea. West Coast of America from Alaska to San Diego.

***Macoma nipponica*, (TOKUNAGA).**

PL. VIII. FIGS. 3, 4.

Tellina nipponica. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 44, pl. II, figs. 36a, 36a'.

Shell transversely oblong, rather thin, somewhat swollen, strongly inequilateral, the anterior side being about one and a half times as long as the posterior. Anterior end rounded, posterior obtusely angulate with a shallow notch below it. Antero-and postero-dorsal margins sloping, the former less steeply

than the latter and somewhat arched. Ventral margin broadly arcuate, anteriorly gradually passing into the rounded anterior margin. Posterior fold of the right valve situated near the posterior margin, distinct but not very strong. An obtuse ridge runs from the beak to the postero-ventral notch, forming a narrow area behind, with an obtuse rib running longitudinally in it. The sculpture consists only of unequal incremental lines which are especially marked on the posterior ridge and rib. Beaks small, pointed. Main teeth two, the anterior in the left valve and the posterior in the right valve being bifid. Lateral teeth indistinct. Pallial sinus large and deep, much deeper and higher in the left valve than in the right. Three right valves and one left valve. The left valve measures 19 millim. in length 13 millim. in height and 3 millim. in depth, while the largest right valve measures 26 millim. in length, 18 millim. in height and 5 millim. in depth.

This species is very closely allied to *Macoma truncata* ZONAS (Philippi's Abbild., I. p. 71, 7, N. 2, pl. 1, fig. 2 and Syst. Conch. Cab. X. pl. 4, p. 248, pl. 47, figs. 4-6) which is living near Tokyo. But so far as we can see from a few specimens which we possess, the shell of the present species is somewhat smaller, less trigonal, the posterior part of the ventral margin somewhat more arcuate and the beaks more pointed than in Jonas species.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Motowada and Nagai); Upper Musashino of Musashi and Kazusa.

Living.—Northern Japan (Bay of Hakodate). TOKUNAGA mentions Tokyo, Nagasaki, and Yokohama as the habitat. But this assertion has not yet been confirmed, while Hakodate is certain, as there is a specimen from that place in the zoological museum of our University.

Family **Veneridæ**.Genus ***Dosinia***. SCOPOLI.145. ***Dosinia troscheli***, LISCHKE.

PL. VIII. FIGS. 5, 6.

Dosinia troscheli. LISCHKE, Jap. Meeresconch., III, p. 89, pl. VIII, figs. 1-3. DUNKER, Index Moll., p. 203.

Dosinia exoleta. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 41, pl. VI, fig. 22. TOKUNAGA, FOSS. ENV. Tokyo, p. 47.

Only a few specimens were obtained.

Brauns and TOKUNAGA united this species with the well known Atlantic form *Dosinia exoleta* L. But there are several distinguishing characters between the two. *Dosinia troscheli* is somewhat longer and more flattened than *Dosinia exoleta*. Also the posterior end of the former is more angulate and the anterior end more produced than in the latter. The end of pallial sinus also presents some difference. It is bluntly pointed in the Japanese species, while it is more subtruncate in the European. But, above all, what distinguishes the two on first glance is the presence of an area in our species, while it is absent in LINNÉ species.

A left valve represented in our figure measures 47 millim. in length, 43 millim. in height and 11 millim. in depth.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Shimo-Miyata and Nagai) and Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi Shimosa and Kazusa.

Living:—Central and Western Japan.

Genus ***Cyclina***. DESHAYES.149. ***Cyclina chinensis***, (CHEMNITZ).

PL. XI. FIGS. 7, 8.

Cyclina chinensis. DESHAYES, Traité Élémentaire, vol. I, pt. 2, p. 626, pl. 14, figs. 20-22. PFEIFFER in Syst. Conch. Cab. Mart. Chemn., vol. XI, pt. 1, p. 111, pl. 2, fig. 5, pl. 28, fig. 1. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 126. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 53. TOKUNAGA, FOSS. ENV. Tokyo, p. 48.

Venus chinensis. CHEMNITZ, Conch. Cab., X, p. 356, pl. 171, fig. 1663.

This is a species which lives in great abundance in the Bay of Tokyo. The fossil specimens are also rather numerous, but most-

ly in a broken state. Of the three main teeth, the middle and the anterior in the left valve are bifid.

Fossil occurrence:—Yokosuka Zone (Otsu); Upper Musashino of Musashi.

Living:—Northern (Rikuzen), Central and Western Japan; Formosa, China Sea; Coast of Cochin China.

Genus ***Meretrix***, LAMARCK.

147. ***Meretrix (Callista) chinensis***, (CHEMNITZ).

PL. VIII. FIGS. 9, 10.

Meretrix (Callista) chinensis. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 127.

Cytherca chinensis. PFEIFFER in Syst. Conch. Cal. Mort. Chemn. vol. XI, pt. I, p. 31, pl. XI, fig. 2. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 122. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 46, pl. III, fig. 4.

Callista chinensis. DUNKER, Index Moll., p., 200.

Venus chinensis. CHEMNITZ, Conch. Cab., XI, p. 217, pl. 202, fig. 1976.

Venus pacifica. DILLWYN, Catal. I, p. 175, no. 40. Schrenck, Moll. Amurl. u. 2. nordjap. meeres, p. 541.

Only a young right valve and two fragments of a grown shell which, on comparison with the recent specimens, have proved to belong to the above mentioned species.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

Living.—Northern, Central and Western Japan; China Sea; Australia.

Genus ***Venus***, LINNÉ.

148. ***Venus jedomensis***, LISCHKE.

PL. VIII. FIGS. 11, 12.

Venus jedomensis. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. III, p. 84, pl. VII, figs. 1-9. DUNKER, Index Moll., p. 196.

Many specimens both young and full grown. In the young forms the outline of the shell is more or less elliptical, while in the older ones it is more subquadrate, owing to the subtruncation of the posterior end. The largest specimen which we possess is a left valve, 59 millim. in length, 49 millim. in height and about

15 millim. in depth. It is markedly more quadrate than the shells figured by Lischke. As to the external sculpture, I have to add that in the anterior half of the shell and near the ventral margin there is a small intermediate rib which continues only for a short distance in the direction of the beak. The pallial sinus is short, triangular and blunt at end, as described by Lischke.

Another example which is a right valve 35 millim. in length and 29 millim. in height is also subtruncate at the hinder end, and the anterodorsal margin is more steeply sloping than in most specimens, so that the shape approaches a trapezoid.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata and Nagai); Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu). Upper Musashino of Shimosa.

Living.—Central and Western Japan.

Genus ***Chione***, MEGERLE VON MÜHLFELDT.

149. ***Chione isabellina***, (PHILIPPI).

PL. VIII. FIG. 13,

Chione isabellina. DESHAYES, Conch. Brit. Mus., I, pl. 124, no. 17. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 198.

Venus isabellina. PHILIPPI in Zeitsch. f. Malakoz., p. 188, no. 65, Abbild. III. p. 83, no. 5. *Venus*, pl. x, fig. 5. PFEIFFER, in Syst. Conch. Cab. Mart. u. Chemn., XI. pt. 1, p. 194, pl. 25, fig. 9.

Shell roundly trigonal, thick, inequilateral, the posterior side about twice as long as the anterior. Anterior end generally rounded, posterior end subangulate or subtruncate; postero-dorsal margin somewhat convex and sloping, antero-dorsal margin slightly excavated. The sculpture consists of concentric erect laminae which are distant, ten to thirteen in number besides several near the beak which are simply rib-like, and separated by wide flat interspaces with only concentric lines of growth. These laminae in the left valve stop suddenly on reaching the areal edge, while in the right valve they continue a little into the area. Lunula ovate, laminated, the laminae looking like continuations of the dorsal ones, only interrupted by the boundary incision. Area lanceolate, most developed in the left valve, longitudinally striated.

Pallial sinus almost horizontal, shallow, triangular to semi-elliptical in form with the apex blunt. Inner margin finely crenulate.

The posterior subtruncation of the shell makes it not unlike *Chione gravescens* MENKE (Syst. Conch. Cab. XI, pl. 1, pl. 25, fig. 8) from Australia which, however, has a less number of laminae. The shape of the pallial sinus varies in shape from triangular to semi-elliptical.

The fossil specimens which are tolerably numerous are all small. The largest which is a right valve is 16,5 millim. in length, 15 millim. in height and 5 millim. in depth.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Musashi and Shimosa.

Living.—Japan (according to Dunker): China Sea.

150. **Chione minuta**, YOKOYAMA.

PL. VIII. FIG. 14.

Shell small, moderately thick, tumid, trigonal, as high as long, inequilateral. Anterior margin rounded, posterior end roundly angulate, ventral margin broadly arcuate. Surface radiately ribbed; ribs numerous, unequal, straight, separated by about equal interspaces, often with an interstitial riblet towards the ventral margin. Besides the radiating ribs, there are also fine, distant, somewhat lamellar, concentric striae which give the surface a somewhat cancellated appearance. Lunula and area absent. Teeth in the right valve three, the anterior thin and parallel to the antero-dorsal margin, the middle thick and bifid, and nearly vertical, the posterior longer and thicker than the anterior, very oblique, and parallel to the postero-dorsal margin. Muscular impressions elongated, the posterior a little larger than the anterior. Pallial line indistinct, pallial sinus small, triangular, somewhat directed upward. Inner margin crenulated, the crenulations on the anterior side going up very near the beak.

A right valve and a broken left valve. The former measures 5 millim. in length and height, and 2 millim. in depth.

This shell has some resemblance to the one described by

Cossmann and Peyrot under the name of *Timoclea subspadicea* (Conch. Néog. de l'Aquitaine, p. 363, pl. XIV, figs. 36-40) from the Miocene of France in being trigonal, in having radiating ribs, and in the form of dentition, though in other respects there are much differences.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Genus ***Circe***, SCHUMACHER.

151. ***Circe scripta***, (LINNÉ).

PL. VIII. FIGS. 15, 16.

Circe scripta. DUNKER, Index Moll., p. 201. SOWERBY, Thes. Conch., II, p. 651, pl. 139, figs. 38-43. PILSBRY, Cat. Mar Moll. Jap., p. 128.

Circe undatina. LISCHKE, Jap. Meeresconch., III, p. 87. SOWERBY, Thes. Conch. II, p. 651, pl. 138, figs. 22-26.

Venus scripta. LINNÉ, Syst. ed. X, p. 689, no. 121; ed. II, p. 1135, no. 145.

Cytherea scripta. LAMARCK, Anim. s. vert., N. p. 575 no. 57. PFEIFFER, in Syst. Conch. Cab., XI, pt. 1, p. 54, pl. 20, figs. 1-4.

Two young valves belonging to a *Circe* described by Lischke and Sowerby as *C. undatina* LAM. and by Pfeiffer as *C. scripta* L. They are very small; the one (right valve) measuring 5.5 millim. in length and 5 millim. in height, and the other (left valve) 7.5 millim. in length and 7 millim. in height. They are both much worn by friction, but their form and other characters exactly agree with those of the recent specimens found near our coast.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Central and Western Japan; Australia; Red Sea.

Genus ***Venerupis***, LAMARCK.

152. ***Venerupis irus***, (LINNÉ).

PL. IX. FIG. 1.

Venerupis irus. LAMARCK, Anim. s. vert. V, p. 507. SOWERBY, Thes. Conch., II, p. 763, pl. 164, fig. 1, pl. 165, figs. 31, 32. PHILIPPI, Enum. Moll. Sic., I, p. 21, II, p. 20. WOOD, Crag Moll., Bivalves, p. 205, pl. XIX, fig. 6. MIDDENDORFF, Mal. Ross., III, p. 51.

Rupellaria irus, DUNKER, Index Moll., p. 208 no. 111.

A right and a left valve of young shells, and a broken left valve of an adult one.

The right valve which is 8 millim. in length, 5.5 millim. in height and 3 millim. in depth is subquadrate, moderately tumid, and strongly inequilateral, with dorsal and ventral margins nearly parallel. The posterior side is somewhat higher than the anterior, with the anterior margin nearly straight, steeply sloping from the beak and forming a blunt angle with the nearly straight ventral margin. The posterior margin is obliquely truncate, forming angles both with the dorsal and ventral margins, the angle with the former being rather sharp, while that with the latter is more rounded. The surface has an obtuse or flattened edge running from beak to postero-ventral corner, and is ornamented with fine radiating, somewhat sinuous striae crossed by distant concentric laminae which are, however, mostly water-worn. Pallial sinus distinct, roundly triangular with apex somewhat pointed. The left valve of a young shell is a little larger, being about 12 millim. long and 8 millim. high. It is similarly shaped.

Fossil occurrence in Japan.—Yokosuka Zone (Otsu and Yokosuka).

Fossil occurrence in foreign countries:—Red Crag of England; Pliocene of Italy.

Living.—Central Japan; Atlantic, from Mediterranean to Britain.

153. *Venerupis insignis*, DESHAYES.

PL. IX. FIGS. 2,3.

Venerupis insignis. DESHAYES, Proc. Zool. Soc. Lond., 1853, p. 6, pl. fig. 3,4. Sowerby, Thesaur. Conch., II, p. 765, pl. 164, figs. 5,6. DUNKER, Ind. Moll. Mar. Jap., p. 209.

Sowerby's diagnosis runs as follows:

„ Shell irregular, strong, tumid, radiately striated, and irregularly and concentrically subfoliated, reddish violet within, dark at margin, externally golden, violet towards margin; inner margin smooth.“

We possess many specimens large and small, oblong, trapeziform, round, etc. in shape. Most of them, however, are devoid of foliations by rubbing. Pallial sinus semi-elliptical, distinct. The

comparison with recent forms leaves no doubt of their being identical with Deshayes species.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu and Yokosuka).

Living.—Central Japan; New Zealand.

Genus ***Tapes***, MEGERLE von MÜHLFELDT.

154. ***Tapes variegatus***, HANLEY.

PL. IX. FIGS. 4,5.

Tapes variegatus. SOWERBY, Thes. Conch., II, p. 696, pl. 151, figs. 133-138. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 118, II, p. 108, III, p. 79. DUNKER, Ind. Moll., p. 209.

Venus variegata. PFEIFFER in Syst. Conch. Cab., XI, pt. 1, p. 223, pl. 38, figs. 2-5.

Two right and three left valves, all of young shells. They are rather thin, transversely elliptical, strongly inequilateral, rather compressed and ornamented with numerous, close, radiating riblets crossed by incremental lines. Lunula broadly lanceolate, bounded by indistinctly impressed lines. Area lanceolate, also not very distinct. Pallial line not exposed, being covered with sands firmly attached to the inner side of the shells.

All the specimens belong to a comparatively longer forms, the proportion of length to height being about ten to six and a half. The largest one (right valve) measures 16 millim. in length, 10 millim. and 3,5 millim. in depth.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata).

Living.—Central and Western Japan; Philippines.

155. ***Tapes philippinarum***, (A. ADAMS ET REEVE).

PL. IX. FIG. 6.

Tapes philippinarum. LISCHKE, Jap. Meeresconch., II, p. 115, II, p. 108, III, p. 78. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, B. 130. SOWERBY, Thes. Conch., II, p. 694, pl. 151, figs. 139-141. DUNKER, Ind. Moll. p. 207.

Venus philippinarum. ADAMS and REEVE, Voy. Samarang, Mollusca, p. 79, pl. XXII, fig. 10. PFEIFFER in Syst. Conch. Cab., XI, pt. 1, p. 230, pl. 39, figs. 7,8.

Venus decussata var. *japonica*. DUNKER, Moll. Jap., p. 26.

Venus decussata. SCHRENCK, Nordjap. Moll., p. 533. BRAUNS, Geol. Env. Tokyo, p. 53.

Venus decussata var. *philippinarum*. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 49, pl. III, fig. 7.

Tapes japonica. DESHAYES, Proc. Zol. Soc. Lond. 1853, p. 10.

Venus indica. PFEIFFER in Syst. Conch. Cab., XI, pt. 1, p. 225, pl. 38, figs. 8-11.

Without going into the discussion of whether *Tapes philippinarum* Ad. and Rye is not identical with *Tapes decussatus* L. of the Atlantic as maintained by some, it is simply to be mentioned that the various specimens found as a fossil in the neighbourhood of Tokyo and Yokohama all agree with those now living in the Japanese waters. From the foregoing species, the present one is distinguished by its shorter and more swollen form. The largest specimen (right valve) in our collection measures 40 millim. in length, 29 millim. in height and 10 millim. in depth.

Fossil occurrence:—Yokosuka Zone (Otsu); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living:—Northern, Central and Western Japan; Philippines; Indian Ocean.

156. *Tapes amabilis*, (PHILIPPI).

PL. IX. FIG. 7.

Tapes amabilis. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. III, p. 32, pl. VI, figs. 5-7. DUNKER, Index Moll., p. 206. SOWERBY, Thes. Conch., II, p. 680, fig. 11.

Venus amabilis. PHILIPPI, Abbild. III, p. 75, Venus, pl. VII, fig. 2.

Several, though incomplete, specimens of an externally concentrically furrowed *Tapes* agree fairly well with the one described by LISCHKE as a variety of *Tapes amabilis* Phil.

The Japanese specimens of *Tapes amabilis* show a great resemblance to *Tapes schnellianus* DUNKER (Nov. Conch., p. 75, pl. XXV, figs. 7-9) also found in the Japanese waters. By examining the recent examples of the two, *Tapes amabilis* is longer and more flattened than *Tapes schnellianus*, and the pallial sinus in the former is rounded at end, while in the latter it is truncate. But in our fossil specimens whose form is exactly like that of PHILIPPI species, the sinus is also truncate like that of DUNKER species. It is of course not yet certain whether this character is constant or not, but it shows at least that not much weight can be laid on the form of the sinus in distinguishing the two.

Fossil occurrence:—Naganuma Zone (Naganuma).

Living:—Central and Western Japan.

Genus *Saxidomus*, CONRAD.157. *Saxidomus purpuratus*, (SOWERBY).

PL. IX. FIGS. 8, 9.

Saxidomus purpuratus. DESHAYES, in Cat. Conch. Brit. Mus. p. 188. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 127. DUNKER, Index Moll. p. 206. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 40, pl. V, fig. 20.

Saxidomus Nuttali. CONRAD, Journ. Acad. Sci. Philad., 1837, VII, p. 249, pl. XIX, fig. 12. PFEIFFER, in Syst. Conch. Cab., X, pt. 1, p. 242, pl. 37, figs. 2-4. SCHRENCK, Nordjap. Moll., p. 253. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 45.

Saxidomus giganteus. MARTENS in Preuss. Exped. nach Ostasiens, zool. Abth., vol. I, pt. 1, p. 140.

This is a very common shell in the Musashino formation of the neighbourhood of Tokyo. It is large, transversely oval, thick, swollen, deeply purple within in the living specimens. The muscular and mantle impressions are deep and distinct, with the pallial sinus deep and finger-like. The fossil specimens which we possess are not very large, the largest measuring 83 millim in length and 65 millim in height. We have nothing to add to the minute descriptions given by LISCHKE.

Frequent.

Fossil occurrence:—Yokosuka Zone (Otsu and Yokosuka); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living:—Northern, Central and Western Japan; Sitka; California; Chile; Bonin Islands; Indian Ocean.

Family *Cardiidæ*.Genus *Cardium*, LINNE.158. *Cardium californiense*, DESHAYES.

PL. IX. FIG. 10.

Cardium californiense. DESHAYES, Revue Zool. p. 1. Soc. Cuvierienne, p. 360. MIDDENDORFF, Sib. Reise, Meeres-Mollusken, p. 218, pl. XIX, figs. 6-11. Mal. Ross. III, p. 40, pl. XV, figs. 23-25. SCHRENCK, Nordjap. Moll., p. 514. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 144, III, p. 125. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 42. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 50, pl. III, fig. 5.

Several young specimens and a moderately grown left valve. All these fossil forms have the anterior margin not quite rounded as in the living ones described by MIDDENDORFF, but subangulated. A left valve represented in the figure, 33 millim. long, 27 millim.

high and 10 millim deep, shows this character in a marked degree, a character which is also seen in some of our recent specimens. The above valve has about thirty-three ribs besides those found in the posterior area.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Kami-Miyata, Shimo-Miyata and Okine Nagai); Yokosuka Zone (Otsu); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living:—Northern to Western Japan; Behring Sea; British Columbia; California.

159. *Cardium muticum*, REEVE.

PL. IX. FIG. 11.

Cardium muticum. REEVE, Conch. Icon., *Cardium*, pl. VI, fig. 32. LISCHKE, Jap. Meeres-conch., I, p. 144. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 42. TOKUNAGA, Foss. Envir. Tokyo, p. 50, pl. III, fig. 10. DUNKER, Ind. Moll., p. 212. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 131.

Cardium papyraceum. RÖMER in Syst. Conch. Cab., Mart. u. Chemn., vol. X, pt. 2, p. 78, pl. III, fig. 4, pl. XII, figs. 19, 20.

Cardium japonicum. DUNKER, Moll. Jap., p. 28, pl. III, fig. 16.

The shell is large, but very thin and fragile, suborbicular and subequilateral, ornamented with numerous radiating riblets which are flat and hardly elevated above the surface of the shell except at the sides where they are more or less ridge-like. Their number is over forty, each subdivided into two by a fine impressed punctuated line. Beaks tumid. Our largest example measures about 75 millim. in height, a little over it in length, and 29 millim. in depth (right valve). Rare.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Kami-Miyata and Nagai); Yokosuka Zone (Yokosuka); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi and Shimosa.

Living:—Northern, Central and Western Japan; Philippines; East Indies.

160. *Cardium modestum*, A. ADAMS et REEVE.

PL. IX. FIGS. 12, 13.

Cardium modestum. ADAMS and REEVE, Voy. Samarang, Zool., p. 77, pl. XXII, fig. 6. DUNKER, Index Moll., p. 211. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 131.

Shell moderate in size, thin, roundly subquadrate, swollen, somewhat inequilateral; anterior margin rounded, going over gradually into the sloping antero-dorsal margin as well as into the weakly convex ventral margin; posterior margin obliquely truncate, or sometimes even slightly concave, forming a rounded angle with the ventral margin and an obtuse one with the postero-dorsal margin. Surface with a blunt KEEL running from beak to postero-ventral corner, the space bounded by it and the posterior margin being depressed in the middle, and ornamented with numerous straight radiating striae crossed by fine concentric lines. The other part of the surface is also sculptured with the same kind of radiating striae which are not so sharp and distinct as on the posterior surface. Beaks tumid, pointed. Inner margin of the shell finely crenulate. The largest specimen (left valve) measures about 28 millim. in length, 16 millim. in height and 10 millim. in depth. A somewhat smaller right valve measures 24.5 millim. in length, 23 millim. in height and 9 millim. in depth. Frequent.

Fossil occurrence:—Koshiha Zone (Koshiha). Lower Musashino of Kazusa.

Living:—Central Japan.

161. ***Cardium braunsi***, TOKUNAGA.

PL. X., FIG. 1.

Cardium braunsi. TOKUNAGA, FOSS. ENV. Tokyo, p. 51, pl. III, fig. 11.

Shell large, thick, ovately trigonal in outline, ventricose, somewhat inequilateral; anterior margin rounded, posterior margin only little convex, forming a rounded angle with the convex ventral margin. Surface radiately ribbed; ribs twenty-three to twenty-six, elevated, nearly flat-topped, quadrate in cross-section, separated by interspaces more or less narrower than the ribs themselves. Incremental lines distinct, making the ribs appear somewhat telescopic.

A single specimen of a left valve lacking the posterior half. It is 67 millim. high, 29 millim. deep and about 70 millim. long and exactly agrees with the species first described by Tokunaga.

naga from the Upper Musashino of Oji under the name of *Cardium braunsi*. The specimens from Oji have the surface strongly eroded and worn, which is not the case in ours.

This species resembles *Cardium tuberclatum* L. (Syst. Conch. Cab., vol. x, pt. 2, pl. V, fig. 1) of the Atlantic and also *Cardium nuttalli* REEVE (Conch. Icon., Cardium, pl. 13, fig. 66) of the north-west coast of America in both of which, however, the ribs are nodulously crenate. There are also some differences in shape.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata). Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Family Diplodontidæ.

Genus *Diplodonta*, BRONN.

162. *Diplodonta usta*, (GOULD).

PL. IX. FIGS. 14-16.

Diplodonta usta. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 133. YAMAKAWA, On *Diplodonta* (*Felariella*) *usta* Gould (Japanese), Jour. Geol. Soc. Tokyo, 1909, vol. 16, p. 482, pl. XIV, figs. 1-10.

Mysia (*Felaria*) *usta*. GOULD, Otia Conchologica, p. 170.

Mysia pacifica. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 53.

Diplodonta trigonula. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 44, pl. VI, fig. 25 (non *D. trigonula* Bronn).

The shell is roundly ovate, somewhat oblique, moderate in thickness and tumidity, inequilateral, the anterior side somewhat shorter than the posterior; anterior and posterior margins rounded, passing gradually both into the ventral and the dorsal margins; sometimes, however, the anterior margin may be subtruncate. Surface concentrically and unequally striated. Inner surface with radiating lines and a rib running from beak to the anterior muscular impression. The pallial line is very distinct. The teeth are two in each valve, the anterior tooth in the left valve and the posterior in the right valve being bifid; the anterior tooth in the right valve is thick and triangular, while the posterior in the left valve is thin and ridge-like. The largest specimen in our possession is a right valve, 35 millim. in length, 32 millim. in height and 9 millim. in depth. The proportion of length to height is variable. The late Yamakawa who made accurate measurements in many

fossil specimens from the Upper Musashino of the vicinity of Tokyo found it to be 100 to 87-100. It is the merit of this lamented palaeoconchologist in pointing out the errors committed both by Brauns and Tokunaga in naming this species *Diplodonta trigonula* BRONN and *Mysia pacifica* n. sp. respectively.

Frequent.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata and Nagai); Upper Musashino of Musashi and Shimosa.

Living.—Northern and Central Japan (Hitachi).

163. *Diplodonta semiaspera*, (PHILIPPI).

PL. X. FIGS. 2,3.

Diplodonta semiaspera. PHILIPPI, Archiv für Naturg., I, 1836, p. 225, pl. VII, fig. 2. DUNKER, Index Moll., p. 218.

The shell is thin, swollen, slightly inequilateral, roundly ovate in outline, anterior side narrowed and obtusely ending, the posterior margin broadly rounded. Surface only with unequal concentric lines of growth. Beaks small and pointed. Muscular impressions pear-shaped, often tolerably elongated.

The largest specimen (left valve) in our possession measures 18 millim. in length, 16 millim. in height and 9 millim. in depth. A right valve of a living shell from Awa (Bōshū) measures 21,5 millim. in length, 17,5 millim. in height and 9,5 millim. in depth.

Rare.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata): Koshiha Zone, (Koshiha). Upper Musashino of Musashi; Shimosa and Kazusa.

Living.—Central and Western Japan; West Indies; Mazatlan; Patagonia.

164. *Diplodonta japonica*, PILSBRY.

PL. X. FIG. 4.

Diplodonta japonica. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 132, pl. III, figs. 6,7.

A single left valve, 17,5 millim. long, 15,5 millim. high and 7 millim. deep.

This species resembles the preceding, but is distinguished from it by the smaller size, the more straight hinge-line and the greatest length being in the upper half of the shell near the hinge-line. Also the concentric costellae of the surface often consist of rows of elongated granules, especially in the middle portion of the shell.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Shimosa.

Living.—Central Japan.

165. *Diplodonta gouldi*, YOKOYAMA.

PL. X. FIG. 5.

Shell small, moderately thick, roundly oval, somewhat oblique, only slightly inequilateral, anterior and posterior margins rounded, the latter more broadly than the former; dorsal margin sloping on both sides, the antero-dorsal passing gradually into the anterior margin, while the postero-dorsal forms a rounded obtuse angle with the posterior margin. The broadest part of the shell is nearly in its middle. The sculpture consists of unequal incremental lines. Main teeth two, the anterior tooth in the left valve and the posterior in the right being bifid. Muscular impressions more or less elongated, longly pear-shaped. Length 15 millim., height 13 millim., thickness (two valves together) 7 millim.

This species resembles *Diplodonta semiaspera* in outline, but is much flatter.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata).

Living.—Central Japan (Sagami Bay).

Family **Lucinidae**.

Genus ***Lucina***, BRUGUIÈRE.

166. *Lucina pisidium*, DUNKER.

PL. X. FIG. 6.

Lucina pisidium. DUNKER, Moll. Jap., p. 28, pl. III, fig. 9. INDEX Moll., p. 216. LISCHKE, Jap. Meeresconch., II, p. 133. PILSBRY Cat. Mar. Moll. Jap., p. 133.

Lucina parvula. GOULD, in Proc. Boston Soc. Nat. Hist., vol. VIII, p. 36 (April, 1861); Otia Conch., p. 174.

Shell small, moderate in thickness, almost orbicular, nearly equilateral, rather convex, concentrically and radiately striated; concentric striae often elevated and lamellar; radiating striae fine, numerous, often obliterated, especially in the middle portion of the shell, divergent at the anterior as well as at the posterior side. Inner margin finely crenulate. Lunula ovate, deep. The proportion of length to height is more or less variable, some shell being higher than long. But normally the length is a little greater than the height. Our largest example is a left valve 10 millim. both in length and height, and 4 millim. in depth. Not rare.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Okine); Yokosuka Zone (Yokosuka); Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Shimosa.

Living:—Northern, Central and Western Japan: Ryukyus; Bonins; New South Wales.

167. *Lucina borealis*, (LINNÉ).

PL. X. FIG. 7.

Lucina borealis. FORBES and HANLEY, Brit. Moll., II, p. 46, pl. 35, fig. 5. PFEIFFER in Syst. Conch. Cab. Mart. Chemn., vol. XI, pt. 1, p. 256, pl. 9, fig. 1. WOOD, Crag Moll., Biv. p. 139, pl. XII, fig. 1. NYST, Conch. Terr. Tert. de Belgique, p. 176, pl. XIX, fig. 2. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 44. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 52.

Lucina radula. PHILIPPI, Enum. Moll. Sic., I, p. 35, pl. III, fig. 17, II, p. 25. GOULD, Invert. Massach., p. 69.

Lucina antiquata. NYST, Coq. Foss. de Belg., p. 128, pl. 6, fig. 7.

Lucina flandrica. NYST, Coq. Foss. de Belg., p. 127, pl. 6, fig. 6.

Venus borealis. LINNÉ, Syst. Nat., ed. 12, p. 1134, No. 143.

This is a very common shell in the Upper Musashino of Oji; but it is here represented by only a few specimens. The one from Yokosuka with both valves complete is 30 millim. in length and height, and 16 millim. in depth, nearly orbicular in outline and with the usual lamellar concentric striae whose interspaces are ornamented with fine concentric lines. No essential difference is to be found between it and the Oji specimens or the European ones.

Fossil occurrence in Japan:—Miyata Zone (Shimo-Miyata);

Yokosuka Zone (Yokosuka); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi and Shimosa.

Fossil occurrence in foreign countries.—Glacial and Pliocene of England; Scaldisien of Belgium; Pliocene of Italy; Miocene of Austria, Poland, Volhynia in Russia, Switzerland, etc.

Living:—Central Japan: Atlantic (Iceland, Norway, Great Britain, Holland, France, the Eastern Coast of North America) and Mediterranean.

168. *Lucina contraria*, DUNKER.

PL. X. FIG. 8.

Lucina contraria. DUNKER, Index Moll. Maris Japon., p. 215, pl. XIII, figs. 12-14.

Lasaea striata. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 53, pl. III, fig. 14.

Lasaea rubra. BRAUNS, Geol. Envir. Tokio, p. 43.

A few examples. The shell is orbicular in shape and strongly convex with the ventral border crenulated. The surface shows irregular concentric riblets crossed by fine radiating striae. Height 11 millim. Breadth 105 millim. Depth 4.5 millim.

What TOKUNAGA described as *Lasaea striata* is undoubtedly this species; I was convinced of this on studying the specimens from Oji and Shinagawa. He was probably right in identifying *Lasaea rubra* Mont. of BRAUNS with his species.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Shimo-Miyata and Kami-Miyata); Upper Musashino of Musashi and Shimosa.

Living:—Central Japan.

169. *Lucina spectabilis*, YOKOYAMA.

PL. X. FIGS. 10, 11, 12.

Shell large, moderately thick and swollen, transversely roundly ovate, longer than high, somewhat inequilateral, the anterior side being shorter than the posterior; anterior end somewhat produced, narrowed and obtuse, posterior margin broadly rounded, passing gradually into the arcuate ventral margin, but making an obtuse angle with the sloping postero-dorsal margin; antero-dorsal margin sloping and slightly excavated. The

sculpture consists of many distant concentric elevated striae with interspaces also concentrically finely striated. Beaks small. Lunula lanceolate, bounded by sharp edges, longitudinally striated. Main teeth two, the anterior tooth in the left valve and the posterior in the right valve bifid; the anterior lateral of the right valve rather prominent. Anterior muscular impression very much elongated, parallel-sided; posterior muscular impression longly ovate.

There are two specimens; the one is smaller, but has both valves complete, being 66 millim. long, 58 millim. high and 33 millim. thick; the other is larger, but only with the right valve which is 74 millim. long, 67 millim. high and about 21 millim. deep.

This is a species closely resembling the preceding, the main distinctions being its larger size, the narrowed anterior end, and somewhat more inequilateral shell. But of the two specimens above mentioned, the larger one is more like *Lucina borealis* in form than the other, and there is a doubt whether our specimens are not a variety of this well known LINNEAN species. But at present, I am not able to decide this question, the acquired specimens being so few.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

170. *Lucina yamakawai*, YOKOYAMA.

PL. X. FIG. 9.

A single right valve.

Shell small, moderately thick, tumid, almost equilateral, squarely orbicular, slightly longer than high; anterior margin rounded, passing gradually into the rounded ventral margin; posterior margin subtruncate, forming an obtuse angle with the sloping postero-dorsal margin as well as with the ventral margin, the angle with the former being sharper than that with the latter; antero-dorsal margin slightly excavated. The surface shows an obtuse keel running from beak to postero-ventral angle, the space behind which is somewhat depressed in the middle. The sculpture consists of fine radiating striae crossed by distant con-

centric ones. Lunula deep and ovate. Anterior lateral tooth distinct. Inner side of the shell with fine radiating lines which end at the pallial impression. Muscular scars distinct, the anterior subfusiform and not much elongated, the posterior rather ovate in outline. Inner margin finely crenulate. Length 8 millim., height 7,5 millim., depth (of one valve) 2,5 millim.

This species is very much like *Lucina pisidium* above mentioned, but the radiating striae are decidedly finer, and not divergent.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo Miyata).

Family **Chamidæ**.

Genus ***Chama***, LINNÉ.

171. ***Chama semipurpurata***, LISCHKE.

PL. X. FIGS. 13, 14.

Chama semipurpurata. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. II, p. 130, pl. VIII, fig. 1.
PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 134.

The shell is thick and ovate; the free portion of the attached or left valve is erect and high, with the anterior margin more or less rounded; the right or free valve only a little convex, roundish or oval. The sculpture consists of closely-set scales concentrically arranged and assuming the form of half-open tubes and spines. These scales are most developed on the free valve. Frequent.

The examples are mostly small, the largest attached valve measuring 25 millim. in height and 22 millim. in length.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kani-Miyata, and Okine); Yokosuka Zone (Otsu). Upper Musashino of Shimosa and Kazusa.

Living.—Central and Western Japan.

Family **Carditidæ**.

Genus ***Cardita***, BRUGUIÈRE.

172. ***Cardita variegata***, BRUGUIÈRE.

PL. X. FIG. 16.

Cardita variegata. BRUGUIÈRE, Encycl. meth. vers., p. 407. REEVE, Conch. Icon., fig. 2.
GLESSIN in Syst. Conch. Cab. Mart. Chemn., vol. X, pt. 1, p. 23, pl. 3, figs. 8, 9, pl. XI, figs. 5, 6.
PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 135.

A single left valve, 16 millim. in length, 10 millim. in height and 5 millim. in depth. It is moderately thick, convex, very inequilateral, trapezoidal, posteriorly broadened, anterior side very short, ornamented with about twelve radiating ribs which carry spines on the posterior ones. The ventral margin is somewhat concave. The specimen represents a young state of the species.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Shimo-Miyata).

Living:—Central Japan.

173. *Cardita cumingiana*, DUNKER.

PL. X. FIG. 16. PL. XI. FIG. 1.

Cardita cumingiana. DUNKER, Moll. Jap., p. 29, pl. III, fig. 18. Index Moll. p. 221.

This is a species closely allied to the preceding one, but is distinguished by a greater number of ribs which are fifteen or sixteen, rarely more. These ribs, which in their nodulous or even spiny character resemble those of *Cardita variegata*, are more or less inverted v-shaped in the anterior portion of the shell, while posteriorly they become more rounded. The anterior ribs, moreover, often possess a weak longitudinal furrow on both sides of their declivities and near their base, so that they appear to subdivide into riblets.

Whether *Cardita leana* DUNKER (Moll. Jap., p. 29, pl. III, fig. 17) is only a variety of this species, as thought by Pilsbry (Cat., p. 135), is a question which I can not decide at present.

Frequent.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu and Yokosuka).

Living.—Central and Western Japan.

Genus *Venericardia*, LAMARCK.

174. *Venericardia cipangoana*, Yokoyama.

PL. XI. FIG. 2.

Venericardia compressa. YOKOYAMA, Verstein. a. d. Jap. Kreide, Palaeontographica, vol. XXXVI, p. 196, pl. XXV, fig. 4.

In 1889, I described a series of Cretaceous fossils from the Hokkaido among which there happened to be a species of *Venericardia* which I then took for Cretaceous and named *Venericardia compressa*, but which I subsequently found out to be a Tertiary fossil mixed up by chance with the Cretaceous ones. A few specimens of the same species also occur in the Lower Musashino of the Miura Peninsula which I characterize as follows:

Shell rather small, solid, more or less compressed, inequilateral, somewhat variable in shape from roundly trigonal to sharply trigonal; anterior margin rounded; posterior margin subtruncate, making the postero-ventral corner subangulate; ventral margin broadly convex to nearly straight. The sculpture consists of rounded radiating ribs fourteen to sixteen in number, wider than their intervals and often subgranose on account of coarse incremental lines crossing them; these ribs are sometimes much flattened, especially toward the ventral margin where they are usually smooth. Beaks small, pointed. Anterior muscular impression bean-shaped, posterior oval; pedal scar semicircular, just above the anterior muscular impression. Lunula small, but distinct, bounded by sharp edges, ovate, rather smooth. Inner margin coarsely crenate.

The largest specimen at hand is a left valve of a sharply trigonal shape, 20 millim. in length, 16 in height and 6 in depth. Another left valve more roundly trigonal in shape is 19 millim. in length, 15 in height and 5 in depth.

This species is very closely allied to *Venericardia subaffinis* TOURN. (Cossmann at Peyrot, *Conch. Néog. de l'Aquitaine*, vol. II, pt 1, p. 70. pl. III, figs. 21-24) from the Miocene of France from which it is hardly distinguishable but for the flattened posterior side of the latter. Therefore it is not at all impossible that these two may turn out to be the same species.

The reason why the original name *compressa* has been changed to a new one is because the former is preoccupied by Reeve for a recent species from Chile.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata); Naganuma

Zone (Naganuma). Miocene of Poronai (very numerous). Upper Musashino of Shimosa and Kazusa.

Living.—Central and Western Japan.

175. *Venericardia ferruginea*, ADAMS.

PL. XI. FIGS. 3, 4.

Cardita ferruginea. CLESSIN in Syst. Conch. Cab. Mart. Chemn., vol. X, pt. 1, p. 17, pl. 6, fig. 11. Pilsbry, Catalogue p. 135.

Cardita rotunda. TOKUNAGA, FOSS. ENV. Tokyo, p. 55, pl. III, fig. 17.

Shell small, ovate to roundly trigonal in outline, thick, moderately tumid, very inequilateral; anterior as well as posterior margin rounded, the former more narrowly than the latter; ventral margin broadly arcuate, or even almost straight, in which latter case the postero-ventral corner is more or less subangulate. The surface is ornamented with about twenty radiating ribs separated by much narrower interspaces. These ribs are rounded, but somewhat flattened toward the ventral margin and made more or less nodose by concentric impressed lines. Beaks prominent, pointed. Lunula very small, but deep and cordate. Hinge-teeth two; the anterior in the left valve is very short, while that of the right valve is large and obliquely triangular; the posterior tooth elongated, especially in the left valve. Inner margin crenate.

The shell is very variable in shape and thickness. The length may be equal to the height, or a little greater. The thickness varies from 6 to 8, if we take the length for 10. The largest specimens of both fossil and recent shells in our possession measure about 19 millim. in length.

Tokunaga described this species as new, giving its more rounded shape, more prominent umbones and less thickness as its distinguishing characters. But hundreds of fossil specimens which we possess show all grades of differences in shape.

Very frequent, especially at Kami-Miyata.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Mukaibatake in Shimo-Miyata, Yamagayado and Iwaiguchi in Kami-Miyata, Motowada and a place simply labeled Kami-Miyata); Yokosuka Zone (Isemachi, east of Otsu); Kanazawa Zone (Kanazawa); Koshiha

Zone (Koshiba); Naganuma Zone (Kikkōzan and Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

Living.—Northern Japan (Hakodate).

Family **Astartidæ**.

Genus ***Astarte***, SOWERBY.

176. ***Astarte hakodatensis***, YOKOYAMA.

PL. XI. FIGS. 5, 6.

Shell small, thick, compressed, ovately-trigonal, nearly equilateral, posteriorly broadly rounded, or even subtruncate, anteriorly more sharply rounded, sometimes even bluntly angulate, ventrally broadly arcuate; antero-dorsal margin slightly concave, postero-dorsal somewhat convex; surface coarsely and irregularly grooved; beaks pointed, prominent; lunule short-lanceolate, distinctly bounded by edges; area elongated; muscular impressions deep and distinct; inner margin crenulate.

Generally rare, though less so at Koshiba.

There are some variations in shape, especially in the form of anterior margin. The largest specimen is that of a left valve from Koshiba which is 12 millim. long, 11 millim. high, and 3.5 millim. deep. Another one which is a left valve is 10 millim. long, 9.5 millim. high and 3 millim. deep.

There are apparently two living species of *Astarte* in Northern Japan which are still undescribed. The one is this *Astarte hakodatensis*, while the other is a thinner, longer and posteriorly truncate form with the posterior side longer than the anterior and the inner margin smooth.

Tokunaga also described a species of *Astarte* from the Upper Musashino of Shinagawa under the name of *Astarte japonica* which, however, differs from ours in having a more rounded shape and a smooth inner margin.

Among the fossil species hitherto described from Europe, *Astarte parvula* Wood (Crag Moll., Bivalves, p. 175, pl. XVII, fig. 11) and *A. parva* Wood (loc. cit., p. 192, pl., XVII, fig. 12) from the English Crag have some resemblance in shape to the Japanese, but both possess the inner margin smooth.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Motowada); Koshiha Zone (Koshiha); Naganuma Zone (Kikkozan). Lower Musashino of Kazusa.

Living.—Northern Japan (Bay of Hakodate).

Genus **Woodia**, DESHAYES.

177. **Woodia concentrica**, YOKOYAMA.

Pl. XI. FIG. 7.

Shell small, moderately thick, flatly convex, nearly orbicular, almost equilateral; anterior and posterior borders roundly truncate, the truncation being more marked in the posterior than in the anterior border; surface concentrically striated, with striae unequally distant and somewhat lamellar, though becoming obsolete toward the beak; a rounded edge runs from the beak to the postero-ventral corner, the surface behind it being slightly concave. Inner margin flattened and forming a smooth narrow field. Muscular impressions ovate.

We possess only two specimens of the right valve, both measuring 4 millim. in height and length, and 13 millim. in depth. The teeth consist of one main tooth and of a distinct anterior and posterior lateral.

This species is closely related to *Woodia digitaria* (L.) found in the English Crag (Wood, Bivalves, suppl. p. 141, pl. X, fig. 8) and in the Atlantic, but lacks the oblique elliptical markings of the latter.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Family **Crassatellidæ**.

Genus **Crassatella**, LAMARCK.

178. **Crassatella heteroglypta**, (PILSBRY).

Pl. XI. FIGS. 10, 11.

Crassatellites heteroglypta. PILSBRY. Cat. Mar. Moll. Jap., p. 135.

Crassatella japonica. SOWERBY, Jour. Linn. Soc. XX, p. 399, pl. XXV, fig. 19. Not *Crassatella Japonica* Dunker.

Sowerby described this species as follows:

„Shell ovately trigonal, strong, inequilateral, dark yellow with dark radiating lines. beaks pointed, near together; dorsal area moderately excavated on both sides; anterior border roundly arcuate, posterior biangulated, postero-dorsal margin straight and sloping.“

To this he adds that the rough irregular striation in place of the ordinary grooves is peculiar.

We possess a few perfect specimens from Naganuma, one of which is 33 millim. long, 27 millim. high and 17 millim. thick, and a left valve from Ōkine 28 millim. long, 23 millim. high, and flatter in comparison to the above, being only 5 millim. deep. The so-called biangular character of the posterior border is caused by an oblique truncation which makes the postero-dorsal angle obtuse and the postero-ventral angle rather sharp. The edge running from the beak to the postero-ventral angle is distinct, though rather blunt. The ventral margin is broadly arcuate with the portion near the posterior margin slightly concave. The inner margin of the shell is finely crenulate, a character strangely not mentioned by Sowerby.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Nagai); Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Central and Western Japan.

179. *Crassatella oblongata*, YOKOYAMA.

PL. XI. Figs. 8, 9.

Shell rather small, moderate in thickness and convexity, somewhat inequilateral, transversely oblong, rounded in front and truncate behind, the truncated end forming nearly a right angle with the broadly arcuate ventral margin, though its corner is blunt. Surface with many, equal, concentric, rounded ribs whose number varies between twenty-five and thirty, and which are about as broad as the spaces between; a rounded edge runs from the beak to the postero-ventral corner, with the surface behind it slightly depressed. Lunula longly ovate, bounded by sharp edges. Area

lanceolate, distinct. Inner margin finely crenulate. The largest specimen measures 16 millim. (10) in length, 12 millim. (8,3) in height and 9 millim (5,6) in thickness. Another specimen measures 15 millim. (10) in length, 12.5 millim. (7,5) in height and 10 millim. (6,6) in thickness.

This species closely resembles *Crassatella sublamellata* Kobelt (Syst. Conch, Cab., XII, pl. 1, *Crassatella*, p. 25, pl. 7, fig. 11) living in our seas which is, however, flatter and transversely more elongated, with a less number of ribs. *Crassatella simplex* KOBELT (loc. cit. pl. 7, fig. 10), whose habitat is unknown also resembles our fossil, though the inner margin is smooth.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Yamagayado in Kami-Miyata), rare; Koshiha Zone (Koshiha), very frequent. Upper Musashino of Kazusa.

Family **Myochamidæ**.

Genus ***Myodora***, GRAY.

180. ***Myodora reeviana***, SMITH.

PL. XI. FIGS. 12, 13.

Myodora reeviana. PILSBRY, New Jap. Mar. Moll., Pelecypoda, Proc. Acad. Nat. Sci. Philad. July, 1904, p. 558, pl. XLI, figs. 7, 8, 9, 10.

This species has been well described by PILSBRY in the above cited work. The shell is roughly pentagonal, with the right valve convex, and the left one flat and smaller.

We possess one right valve and one left valve. The former is from Koshiha and is 11,5 millim. long, 9 millim. high and 3 millim. deep. It has about seventeen regular concentric grooves on the surface. The latter is from Motowada, 6 millim. long and 5 millim. high, and its surface is more irregularly and shallowly grooved.

Myodora fluctuosa GOULD which is so frequent in the Upper Musashino of Tokyo is distinguished from *Myodora reeviana* by having a more excavated antero-dorsal margin and only roughly undulated surface.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Motowada); Koshiha Zone (Koshiha). Upper Musashino of Kazusa and Shimosa.

Living.—Western Japan; China.

181. **Myodora triangularis**, A. ADAMS.

PL. XI. FIGS. 14, 15.

Myodora triangularis. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 181, pl. VII, figs. 11, 12.

The shell of this species is markedly triangular with the height slightly less than the length. The valves are both nearly flat, the left perhaps a little more so than the right. The surface is ornamented with coarse, rather regular, concentric grooves. The pallial sinus is small, but rounded and distinct.

We possess four left and three right valves. The largest (left valve) measures 11,5 millim. in length, 10,5 millim. in height and only 1,2 millim. in depth. The largest right valve measures 10 millim. in length and height, and 2 millim. in depth.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Japan (according to DUNKER).

Family **Mytilidæ**.

Genus **Mytilus**, LINNÆ.

182. **Mytilus hirsutus**, LAMARCK.

PL. XI. FIG. 16.

Mytilus hirsutus. LAMARCK, Anim. sans vert., vol. VII, p. 38. REEVE, Conch. Icon. Mytilus, pl. 3, fig. 8. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I. p. 154. DUNKER, Index Moll., p. 222.

The shell is ovately triangular, swollen, ornamented with a varying number of close longitudinal or radiating ribs. In our specimens which are all small, the lower or ventral margin is not concave as is usually the case, but straight or even slightly convex. The inner margin is finely crenulate as in the typical specimens. A right valve from Yokosuka measures 15 millim. in length, 10 millim. in height and 4 millim. in depth. Rare.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata); Yokosuka Zone (Yokosuka).

Living.—Central and Western Japan.

183. *Mytilus giganteus*, HOLMBERG.

PL. XI. FIG. 20.

Mytilus giganteus. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 150.*Mytilus edulis forma gigantea*. ALEX. VON NORDMANN, Bull. Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou, 1862, p. 422, pl. XI, XII.

The fragments of a large-shelled *Mytilus*, all belonging to the beak-portion. That these belong to *Mytilus giganteus* is shown by numerous small pits covering the whole inner surface of the shell. A species described as *Mytilus unguatus* LAM. by SCHRENCK from Northern Japan may possibly be the same species, as already pointed out by LISCHKE.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu).

Living.—Northern(?), Central and Western Japan. Also near Sitka in Alaska.

Genus *Modiola*, LAMARCK.184. *Modiola modiolus*, LINNÉ.

PL. XI. FIG. 21.

Modiola modiolus. LINNÉ, Syst. Nat. ed 10, p. 706. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 156, II, p. 147, III, p. 109. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 222. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 63. WOOD, Crag Moll., Bivalves, p. 57, pl. VIII, fig. 1. NYST, Conch. Terr. Tert. Belgique, p. 163, pl. XVII, fig. 5.

Modiola grandis. PHILIPPI, Enum. Moll. Sic., vol. II, p. 51, pl. 15, fig. 13.

Several large specimens measuring up to 95 millim. in length. Compared with recent forms from Hakodate, they are more parallel-sided in the posterior portion, and their posterior margin is a little more subtruncate, looking like a specimen represented in REEVE's work (Conch. Icon., *Modiola*, pl. I, fig. 2).

Fossil occurrence in Japan.—Miyata Zone (Matsubara in Shimo-Miyata). Upper Musashino of Kazusa.

Fossil occurrence in foreign countries.—Crag of England; Pliocene of Belgium and Italy.

Living.—Northern, Central and Western Japan; North Pacific; North Atlantic.

Family **Anomiidæ**.Genus **Anomia**, LINNÉ.185. **Anomia cytaeum**, GRAY.

PL. XI. FIG. 17.

Anomia cytaeum. GRAY, Proc. Zool. Soc. London, 1849, p. 115. REEVE, Conch. Icon., vol. XI, *Anomia*, pl. II, fig. 10 ab. SCHRENCK, Nordjap. Moll., p. 473.

A few examples among which there is one with both valves complete. It is nearly orbicular in shape, strongly compressed, 22 millim. high and 24 millim. long. The surface is very uneven especially in the upper valve on which we see irregular wrinkles and tubercles in some places. The concentric lines of growth are undulating and sublamellar. The foramen is very large, oval, 9 millim. high and 6 millim. long. Compared with the living forms the hinge-line is more curved. The radiating ribs as shown in REEVE's figure are hardly to be seen, a character also observable in recent specimens from Hakodate.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata, Kami-Miyata and Motowada); Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu); Koshiba Zone (Koshiba); Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Northern and Central Japan; China (Mouth of the Yangtsekiang).

186. **Anomia nipponensis**, YOKOYAMA.

PL. XI. FIGS. 18, 19.

Several examples which, however, all belong to the upper valve.

The shell is thin to moderately thick, suborbicular to somewhat obliquely ovate in form. The upper valve is strongly convex with the surface radiately ribbed. The ribs are mostly close together and numerous, unequal, irregular, somewhat undulating and looking more like wrinkles than ribs, and often indistinct or obsolete near the beak. The incremental lines are numerous and distinct, and on crossing the ribs they make the latter appear often striated. In some specimens these lines of growth show a tendency to assume a sublamellated character.

Muscular impression distinct, white, more or less oval in form with the uppermost largest and sometimes appearing somewhat cordate in shape.

The largest specimen is 45 millim. high, 51 millim. long, 14 millim. deep and has a suborbicular form (see figure). Another one, which is ovate, measures 20 millim. in height and length and 13 millim. in depth (see figure).

This is a species which is still living in Japan, but apparently not yet named. It is very much like *Anomia laqueata* Reeve (Conch, Icon., *Anomia* pl. IV fig. 18 ab) which also lives in Japan. But in the latter, the beak is tumidly incurved, the ribs more regular, less in number and more distant.

Fossil occurrence,—Miyata Zone (Kami-Miyata, Shimo-Miyata and Motowada); Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu); Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Shimosa.

Living.—Northern, Central and Western Japan.

Family **Limidæ**.

Genus ***Lima***, BRUGUIÈRE.

176. ***Lima goliath***, SOWERBY.

PL. XVI. FIGS. 7, 8.

Lima goliath. Sowerby, Proc. Zool. Soc. London, 1833. p. 30. pl. VII, fig. 3.

This large species was found only in fragments. The shell is somewhat obliquely ovate in outline and rather flattened. The surface is ornamented with fine radiating and slightly undulating grooves which in the front portion of the shell become deep, so that the interspaces appear like ribs. In the middle of the shell surface, the grooves are generally shallow and faint.

Among the living shells from Sagami Bay there is a specimen attaining the height of 160 millim., compared with which the fossil forms are much smaller.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Yamagayado-no-Motofudoshita in Kami-Miyata); Koshiha Zone (Koshiha).

Living.—Central Japan (Sagami Bay at 400 fathoms); South-eastern Japan at 750 fathoms (Challenger); Patagonia.

188. *Lima zushiensis*, YOKOYAMA.

PL. XII. FIG. 8.

This species is closely related to *Lima squamosa* Lam. (Lischke, Jap. Meeresconch., I, p. 162) living near our coast and also in the Indian and Atlantic oceans. In spite, however, of only a few, rather imperfect specimens which we possess, their difference is tolerably obvious. One of the fossil specimens measuring about 50 millim. in height possesses thirty-two ribs and another about 40 millim. in height twenty-seven ribs, so that the number of ribs is decidedly greater than in *Lima squamosa* Lam. which possesses only twenty to twenty-four. Indeed, in this respect, the fossil form comes between the Lamarckian species and *Lima multicostata* Sow. (Thes. Conch., I, p. 85, pl. XXII, fig. 38) of the Mediterranean, which latter has about thirty five ribs. Moreover, our fossil species, when compared with these living ones, has the ribs somewhat flatter and less distinctly scaly. But it must be confessed that there is a great possibility of the former being a mere variety either of the Lamarckian or of Sowerby species.

A full description of the species will be postponed until better specimens can be obtained.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Zushi).

189. *Lima angulata*, SOWERBY.

PL. XII. FIG. 12.

Lima angulata. SOWERBY, Thes. Conch., vol. II, 86, pl. XXI, figs. 39, 40.

Lima lasitanica. ADAMS and Reeve, Voy. Samarang, Zoology, p. 75, pl. XXI, fig. 6.

Lima orientalis. ADAMS and Reeve, op. cit., p. 75, pl. XXII, fig. 7.

Lima halodatensis. TORUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 64, pl. III, fig. 26.

A single left valve, partly broken, thin and fragile, moderately swollen, obliquely oval in outline, obtusely subangulate at postero-ventral corner, with small, nearly equal ears. The surface

is ornamented with fine, radial, unequal striae crossed by dense concentric lines, thereby appearing somewhat scaly. The height may have been about 24 millim., and the length about 20 millim. The depth is 6 millim.

Fossil occurrence.—Naganuma, Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living.—Northern and Central Japan; Philippines; New South Wales; Panama; Bay of Caracas.

190. *Lima japonica*, A. ADAMS.

PL. XII. FIG. 9.

Lima japonica. REEVE, *Conch. Icon.*, vol. XIII, pl. V, fig. 21. A. ADAMS, *Proc. Zool. Soc.*, 1683, p. 506.

Lima aff. japonica. TOKUNAGA, *Foss. Env. Tokyo*, p. 64, pl. III, fig. 23 ab.

Sowerby in Reeve's *Conchologia Iconica* describes this shell as follows:

„Shell ovate, ventricose, broad, rather straight, nearly equilateral, rayed with numerous strong, rather sharp ribs; ventral margin scarcely obliquely produced; hinge margin broad; auricles nearly equal; umbones produced.“

We possess two valves which we identify with Adams species. The one is nearly perfect and larger, while the other is smaller and lacks the umbonal portion. The former measures 16 millim. in height, 10,5 millim. in length and 5 millim. in depth. It is thin and fragile, nearly elliptical in shape, almost equilateral and with both ears nearly equal. The surface-ribs are numerous, about twenty-six in number, straight, rather sharp and ridge-like toward the ventral margin, crossed by dense lines of growth. They are present all over the surface except at the farthest ends near the hinge-line. The ligamental pit is very broadly triangular and shallow. The smaller specimen measures 8 millim. in length and shows a somewhat less number of ribs.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Nojima); Koshiba Zone (Koshiba); Upper Musashino of Musashi.

Living.—Northern and Central Japan; New Zealand.

191. *Lima subauriculata*, (MONTAGU).

PL. XII. FIG. 10.

Lima auriculata. WEINKAUFF, Conch. d. Mittelmeers, vol. II, p. 245. no. 7. Forbes and Hanley, Hist. of Brit. Moll., vol. II, p. 263, pl. LIII, fig. 4, 5. Reeve, Conch. Icon., vol. XVIII, *Lima*, pl. V, fig. 22. Wood, Crag Moll. pt. II, Bivalves, p. 47. pl. VII, fig. 3. Hörnes, Foss. Moll. Tertiär-Beckens von Wien, II, p. 389, pl. LIV, fig. 6. Nyst, Conch. Terr. Tert. Belgique, p. 158, pl. XII, fig. 3.

Lima sulcata. MÖLLER, Ind. Moll. Groenl., p. 18.

Lima sulculus. LOVEN, index Moll. Scand., p. 32, no. 2 244.

Lima nivea. PHILIPPI, Enum. Moll. Sic., pt. I, p. 78 no. 3. Nyst, Rech. sur les Coq. Foss. Prov. d'Anvers, p. 17, no. 69.

Pecten subauriculatus. MONTAGU, Test. Brit., suppl., p. 65, pl. XXIX, fig. 2.

Two valves, one of which is broken. The perfect one is very small, 6 millim. high, 4 millim. long and 2 millim. deep, thin, fragile, oblong, tumid, equilateral and furnished with two equal ears. The surface is covered with straight, radiating, rather sharp riblets which are distinct only in the middle portion of the shell, and faint or obsolete on both sides. Their number is about sixteen. An interspace found in the middle of the shell is more conspicuous than others and probably corresponds to what Reeve designates as a median sulcus. Lines of growth numerous, distinct, giving a striated or granulated appearance to the riblets. Ligamental pit broadly triangular, with the apical angle slightly greater than a right angle.

This species is closely related to the preceding, but is smaller and lacks the riblets on the sides.

Fossil occurrence in Japan.—Miyata Zone (Shimo-Miyata and Kami-Miyata). Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

Fossil occurrence in foreign countries.—Crag of England, Pliocene of Belgium and Italy, Miocene of France, Hungary, Austria, etc.

Living.—Mediterranean; Canaries; British Islands; Norway; Greenland.

192. *Lima quantoensis*, YOKOYAMA.

PL. XII. FIG. 11.

Shell rather small, thin but firm, moderately convex, obliquely ovate, inequilateral, closed, with anterior auricle very small.

The antero-dorsal margin is somewhat excavated, while other margins are more or less rounded. The surface is ornamented with numerous, straight, round, radiating ribs separated by intervals of less breadth. The number of ribs is about thirty-seven at the periphery, being replaced by a few striae on the posterior ear and on the lunula which is deep and short-lanceolate in form. Concentric lines of growth conspicuous, especially toward the ventral margin where the concentric grooves give the ribs a subscaly appearance. Area moderate in size, having the form of an inequilateral triangle, the anterior side being the shortest. Ligamental pit triangular, deep and with the apical angle acute. Inner margin crenate.

This species has a general outline of *Lima squamosa* Lam. (= *Lima lima* L.) but is thinner, more tumid and has a greater number of ribs, in which last respect it is not unlike *Lima multcostata* Sow., a species which is flatter.

A few specimens; the perfect one, a right valve, is represented in our figure. It is 22 millim. high, 18 millim. long and 6 millim. deep.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—A worn specimen strongly resembling this fossil species has been obtained near the coast of Awa (Central Japan).

Family Pectinidæ.

Genus *Pecten*, BELON.

193. *Pecten squamatus*, (GMELIN).

PL. XIV, FIG. 3, 4.

Pecten squamatus. SOWERBY, Thes. Conch., I, Pecten p. 70, pl. III, fig 57, 58. Reeve, Conch. Icon., vol. VIII, sp. 82. Dunker Index Moll. Mar Jap., p. 240, pl. XI, fig. 14. Küster in Syst. Conch., Cab., VII, pt. II, Spondylus und Pecten, p. 113, pl. XXXII, fig. 4. YOSHIWARA, Nihon San Kairui Zusetu, Pectinidae, Zool. Mag. Tokyo, Vol. XIV, p. 208, pl. III, fig. 8. Lischke, Jap. Meerschconchyl., II, p. 173.

Ostrea squamata. GMELIN, Syst. Nat. ed. 13, p. 3329.

One left and two right valves, the former lacking the beak-portion and the latter especially the anterior ear. They are very

little convex, the right valves being nearly flat. The left valve is 27 millim. long and possesses twenty-one radiating ribs, of which about six larger ones are scaly. The interspaces between the ribs are finely reticulate, a character also seen in our living specimens. The right valves are strongly water-worn. The larger is 31 millim. long and 34 millim. high, while the smaller is 24 millim. long and 25 millim. high. The ribs in the former number twenty-four, while in the latter twenty. They are unequal and at unequal distances from one another, and also devoid of scales by rubbing. The posterior ear is small, triangular and radially sculptured either by riblets or striæ.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma),

Living.—Central Japan; Philippines.

194. *Pecten laetus*, GOULD.

PL. XIV. FIGS. 1, 2.

Pecten laetus. GOULD, Otia Conch., p. 177. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 169, pl. XII, figs. 6, 7, II, p. 157. DUNKER, Index Moll., p. 241. SCHRENCK, Nordjap. Moll., p. 603. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 57. TOKUNAGA, Foss. Envir. Tokyo, p. 65, pl. V, fig. 2. YOSHIWARA, Nihon San Kairui Zusetsu, Zool. Mag. Tokyo, vol. XIV, p. 143, pl. II, fig. 1. KÜSTER in Syst. Conch. Cab., VII, pt. II, p. 134, pl. XXXVII, figs. 4, 5.

Several specimens of GOULD species were obtained, though none with both valves complete. This species resembles the preceding in many respects, but is generally distinguished by somewhat more convex valves and a greater number of ribs. *Pecten islandicus* MÜLLER, living in Northern Japan is also not unlike *Pecten laetus*, but it has more ribs than the latter which are also less scaly.

The inequality of ribs in *Pecten laetus*, is especially conspicuous on the left valve, the larger ones among them showing rough and high erect scales which may be many or few and are generally at unequal distances from one another. The largest of our specimens is a left valve measuring 56 millim. in length, 54 millim. in height and 10 millim. in depth.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Kami-Miyata and Shimo-

Miyata); Yokosuka Zone (Yokosuka); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi and Kazusa.

Living:—Northern, Central and Western Japan.

195. *Pecten crassicosatus*, SOWERBY.

PL. XII. FIG. 7.

Pecten crassicosatus. SOWERBY, Thes. Conch., I, p. 75, pl. XV, fig. 111, XVII, fig. 152. REEVE, Conch. Icon., vol. VIII, Pecten, No. 64, pl. 48, fig. 64. KÜSTER in Syst. Conch. Cab., vol. VII, pt. II, p. 104, pl. 29, figs. 2-5. DUNKER, Ind. Moll., p. 239, pl. XIII, fig. 28. YOSHIWARA, Nihon San Kairui Zuzetsu, Zool. Mag. Tokyo, vol. XIV, p. 142, pl. I, fig. 3.

A single fragment of a right valve belonging to the portion containing the anterior ear. It is readily distinguishable by numerous equal radiating ribs which are closely scaly.

Fossil occurrence:—Naganuma Zone (Naganuma).

Living:—Central and Western Japan; Shanghai, Hongkong.

196. *Pecten irregularis*, SOWERBY.

PL. XIII. FIGS. 1-3.

Pecten irregularis. SOWERBY, Thes. Conch., vol. I, p. 69, pl. XIII, figs. 51, 52. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. I, p. 170. DUNKER, Index Moll., p. 240, pl. XI, figs. 2, 15. YOSHIWARA, Nihon San Kairui Zuzetsu, Zool. Mag. Tokyo, vol. XIV, p. 210, pl. IV, fig. 12. YOROYAMA, Pectens from the Koshiba Neogene, Journ. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVIII, no. 203, p. 2, pl. I, figs. 5-7.

This small-sized *Pecten* is ovate in form, subequivalve, rather flattened, with the left valve flatter than the right, almost equilateral and ornamented with about twenty-five subangular, scaly, subequal, radiating ribs generally separated by intervals of a greater breadth. The ribs are seen occasionally dividing into two or three towards the ventral margin. The ears are very unequal, the anterior being the largest; they are also furnished with scaly radial riblets.

Frequent at Koshiba, though rare at other places.

The largest specimen of a right valve measures 21 millim. in height, 19 millim. in length, and 4 millim. in depth.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Harashita in Shimo-Miya-

ta); Yokosuka Zone (Yokosuka); Koshiha Zone (Koshiha); Upper Musashino of Kazusa.

Living:—Central and Western Japan; East Indies.

197. *Pecten vesiculosus*, DUNKER.

PL. XIII. FIGS. 11-13.

Pecten vesiculosus. DUNKER, Index Moll., p. 241, pl. XI, fig. 1. KÜSTER in Syst. Conch. Cab., vol. VII, pt. 2, p. 138, pl. XXXVIII, fig. 4. YOSHIWARA, Nihon San Kairui Zuzetsu, Zool. Mag. Tokyo, vol. XIV, p. 212, pl. IV, fig. 16. YOKOYAMA, Pectens from the Koshiha Neogene, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVIII, no. 208, 1911, p. 1. pl. I, figs. 8-10.

The shell is rather small, firm, roundly ovate, slightly inequivalve, the left valve being a little oblique, and moderately convex, the convexity of the two valves being nearly equal. The surface is furnished with about sixteen equal, rounded, smooth or transversely striated, radiating ribs which are accompanied on both sides and close to their base by a small riblet. The interspaces between the ribs are about as wide as the latter, and ornamented with fine longitudinal lines crossed by fine transverse ridges which also continue to the flanks of the ribs. Ears unequal, ribbed, with ribs rough and subscaly. Byssal notch distinct.

Many specimens, the largest valve (right) in our collection measuring 26.5 millim. in height, 26 millim. in length and 6 millim. in depth.

Fossil occurrence:—Koshiha Zone (Koshiha). Upper Musashino of Kazusa.

Living:—Central Japan.

198. *Pecten swiftii*, BERNARDI.

PL. XIV. FIG. 11.

Pecten swiftii. BERNARDI in Journ. de Conchyl., VII, 1858, p. 90, pl. I, pl. II, fig. 1. SCHRENCK, Nordjap. Moll., p. 487, pl. XXI, figs. 1-3. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 242. KÜSTER in Syst. Conch. Cab., vol. VII, pt. II, p. 142, pl. 40, fig. 3. YOSHIWARA, Nihon San Kaishi Zuzetsu, Zool. Mag. Tokyo, vol. XIV, p. 144, pl. II, fig. 3.

A single right valve of a young shell, 21.5 millim. in height and 18.5 millim. in length. It is only little convex, ovate in

form and furnished with five coarse, broad, flattish, radial ribs which are again divided into a few (generally four) unequal riblets. The interspaces are somewhat narrower than the ribs and are also furnished with several riblets which are finer than those on the ribs. The ears are broken,

On comparing our specimen with the living ones, it agrees with the above named species in general, but with this difference that the riblets on the ribs are larger than those of the interspaces while in the living forms they are nearly equal.

Fossil occurrence:—Koshiba Zone (Koshiba).

Living:—Northern Japan; Sea of Ochotsk; Alaska.

199. *Pecten tigerrinus*, MÜLLER.

PL. XIV. FIGS. 5, 6.

Pecten tigerrinus, MÜLLER, Zool. Dan. Prod., I, p. 248, No. 2993. NYST, Descr. d. Coq. et Polyp. Fossil. Tert. de Belg., p. 303, pl. XXIII, figs. 4-10. CONCH. d. Terr. Tert. de la Belgique, pt. I, p. 152, pl. XV, figs. 4. YOKOYAMA, Pectens from the Koshiba Neogene, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVIII, No. 208, p. 3, pl. I, figs. 11-12.

Pecten tigrinus. WOOD, Crag Moll., Bivalves, p. 27, pl. V, figs. 2. LOVÉN, Ind. Moll. Scand., p. 31. FORBES and HANLEY, Hist. Brit. Moll., vol. II, p. 285, pl. I, figs. 8-11. REEVE, Conch. Icon. pl. XXVIII, fig. 122.

Pecten o'soletus. SOWERBY, Min. Conch., VI, p. 79, pl. DXLI, figs. 1-8.

There are two valves, a left and a right, of which the former measures 32 millim. in height, 30 millim. in length and about 8 millim. in depth, while the latter is much smaller, being 20 millim. in height, 18 millim. in length and about 4.5 millim. in depth. Both are somewhat convex, roundly ovate in form, nearly equilateral and provided with numerous, very unequal, rounded, radial ribs of which about five are especially large. Of these five, the one situated near the middle of the shell is the largest. The inside of the shell are also radiately ribbed, the ribs and their interspaces corresponding respectively to the interspaces and ribs of the outer surface. The left valve is furnished with a broad concentric constriction at about one-fourth the height from the ventral margin. The inner margin is irregularly wavy. The ears are unequal.

Pecten tigerrinus is a very variable species, the shell being

sometimes quite smooth and sometimes coarsely ribbed. Our specimens seem to correspond to the variety *gamma* (fig. e and f) of Wood, though not so orbicular in shape.

Fossil occurrence in Japan.—Koshiha Zone (Koshiha).

Fossil occurrence in Foreign countries.—English Crag from the Coralline to the Chillesford beds; Scaldisien of Belgium; Pliocene of Italy.

Living.—Brittany; North Sea; Norway,

200. *Pecten cosibensis*, YOKOYAMA.

PL. XIII. Figs. 7, 8.

Pecten cosibensis. Pectens from the KOSHIBA Neogene, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVIII, No. 208, p. 4, pl. I, figs. 3, 4.

Several specimens which, however, are more or less broken.

The shell is rather thin though firm, ovately rounded, inequivalve, nearly equilateral, radiately ribbed and provided with unequal ears. The right valve is very convex, while the left is nearly flat. The ribs are rounded and very unequal, the larger ones being generally in twos, rarely in threes and dividing themselves into two or sometimes even into three in the lower half of the shell. The valleys between the larger ribs are deep, broad or narrow and also ornamented with a few radial riblets. Concentric constrictions are present in larger specimens which are not many and at unequal distances from one another. The anterior ear is the largest with interrupted radial ribs; the posterior is very small.

The largest specimen is that of a right valve, 56 millim. in height and length, and 12 millim. in depth.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

201. *Pecten intuscostatus*, YOKOYAMA.

PL. XIII. Figs. 9, 10.

Shell small, thin, compressed, nearly equivalve, equilateral, nearly round, with antero-dorsal and postero-dorsal margins sloping, straight or slightly concave and forming obtuse angles at

anterior and posterior ends. Surface with fine dense concentric lines. Inner surface with about sixteen distant radial riblets, most distinct near the ventral margin, at a little distance from which they are somewhat thicker and knot-like. Ears very unequal, the anterior being the largest; they are also unequal in both valves, those of the right being much larger than those of the left. They are all ornamented with radial scaly riblets, except the posterior ear of the left valve, which is very small and smooth. Byssal notch distinct.

A perfect specimen with both valves from Kami-Miyata measures 11 millim. in length and height, and 3 millim. in thickness.

A single valve (right?) from KOSHIBA which I described as *Pecten similis* LASKY (Proc. Geol. Soc. Tokyo, vol. XXVIII, no. 208, p. 3, pl. I, fig. 1) is, as I am now convinced, an imperfectly preserved specimen of this species.

A young specimen of the left valve from Shimo-Miyata, only 5.5 millim. high does not show the radial riblets of the inner surface.

This species resembles *Pecten distinctus* SMITH (Challenger Lamellibr., p. 304, pl. XXII, fig. 3) in form, but the latter has the radiating striae on the surface, while the internal costulae are wanting.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata and Kami-Miyata); Koshiba Zone (Koshiba). Upper Musashino of Kazusa.

202. *Pecten miurensis*, YOKOYAMA.

PL. XII. Figs. 2-6.

Shell large, rather solid, compressed, inequivalve, the right valve more convex than the very flattened left valve, nearly equilateral, roundly ovate in form, somewhat higher than long. Surface with about twenty-five smooth, rounded, radiating ribs separated by intervals of about an equal breadth in which there is a single interstitial riblet with traces of distant scales. Ears unequal, the anterior being the largest, both ornamented with granular radial riblets.

There are several specimens of this species, but the preservation is bad, though sufficient to show that they belong to a still undescribed species. The largest right valve measures about 130 millim. in height. One of the right valves, comparatively well preserved, is about 85 millim. high, 75 millim. long and 8-9 millim. in depth.

Rather frequent at Zushi.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Harashita in Shimo-Miyata); Yokosuka Zone (Zushi),

203. *Pecten tokunagai*, YOKOYAMA.

PL. XII. FIG. 1.

Pecten tokunagai. YOKOYAMA, *Pectens from the Koshiba Neogene*, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XXVIII, no. 208, p. 4. pl. I, fig. 2.

Only a single valve (right?) partly broken, and about 68 millim. in height. It is thin, orbicular, moderately convex (about 12 millim. deep) and furnished with about thirty-three simple, flatly rounded, subequal, straight, radiating ribs which are indistinct near the beak. The interspaces are much broader than the ribs themselves, finely reticulate, and occasionally with a secondary riblet which vanishes much more quickly than the main ribs towards the beak. The ears are nearly equal and ornamented with flat perpendicular riblets which together with the interspaces are again perpendicularly striate.

Fossil occurrence.—Koshiba Zone (Koshiba).

204. *Pecten tokyoensis*, TOKUNAGA.

PL. XIV. FIGS. 7, 8.

Pecten tokyoensis, TOKUNAGA, *Foss. Env. Tokyo*, p. 65, pl. V, figs. 1-10.

Pecten plica. BRAUNS, *Geol. Env. Tokio*, p. 48.

A large inequivalved *Pecten* mistaken by BRAUNS for *Pecten plica* L. was fully described by TOKUNAGA in the above cited work. The right valve of this shell which is tolerably convex shows a few broad flattened ribs often divided into several indistinct riblets and separated by mostly shallow, and narrower interspaces. The

left valve which is quite flat has a few low but sharp-ridged ribs. Very frequent, especially in the Miyata and Naganuma Zones.

Fossil occurrences.—Miyata Zone (Imori or Kutsukata in Shimo-Miyata, Komatsugaike in Kami-Miyata and Motowada); Yokosuka Zone (Otsu and Yokosuka); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

205. *Pecten yessoensis*, JAY.

PL. XIII. FIGS. 14, 15.

Pecten yessoensis. JAY, Rep. on Shells coll. by Japan Exped., in Perry's Narrat. of Exped. of Americ. Squadr. to China Seas and Japan, vol. VII, p. 293, pl. III, figs. 3, 4, pl. IV, figs. 1, 2. SCHRENCK, Moll. d. Amurl. u. d. Nordjap. Meeres, p. 484, pl. XX, figs. 1-4. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 165, pl. X, figs. 3, 4, II, pl. XIII. DUNKER, Index Moll., p. 240. BRAUNS, Geol. Env. Tokyo, p. 48. YOKOYAMA, Pectens from the Koshiba Neogene, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XXVIII, no. 208, p. 2, pl. I, figs. 13, 14.

Mostly in imperfect specimens.

A recent shell which we got from the Hokkaido, 115 millim. in height, is orbicular, inequilateral and radiately ribbed. The right valve is tolerably convex with somewhat unequal ears, while the left valve is nearly flat with ears equal. The ribs on the right valve are about twenty-two, broad and flattish, subequal, broader than the interspaces, now and then divided into equal or unequal halves by a longitudinal groove. Those on the left valve are somewhat more in number, also flattish towards the ventral margin, but generally narrower than the interspaces.

The fossil forms are all smaller than the above-described recent one, so that the ribs number only between seventeen and twenty-two.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Shimo-Miyata); Kamakura Zone (Kewaizaka in Kamakura); Kanazawa Zone (Kanazawa); Koshiba Zone (Koshiba); Upper Musashino of Musashi.

Living:—Northern Japan; Ochotsk Sea.

206. *Pecten laqueatus*, SOWERBY.

PL. XIV. FIGS. 9, 10.

Pecten laqueatus. SOWERBY, Thes. Conch., vol. I p. 46, pl. XV, fig. 101. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 167, II, p. 157, pl. XII, fig. 1, 2. SCHRENCK, Moll. d. Amurl. u. d. nordjap. Meeres, p. 482. KÜSTER in Syst. Conch. Cab., vol. VII, pt. 2, p. 79, pl. XX, fig. 5, p. 137, pl. XXXVIII, fig. 1. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 48. TOKUNAGA, Foss.-Env. Tokyo, p. 64.
Vola laqueata. DUNKER, Index Moll., p. 243. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 143.
Pecten antonii. PHILIPPI, Abbild. u. Beschr., vol. I, p. 99, Pecten, pl. I, fig. 1.

Specimens of this species are not numerous, but easily recognized by their peculiar characters. The right valve is very convex with broad, flat, radiating ribs, whose number is normally eight, with one or two, rarely three, narrow secondary ribs on both sides of the shell. The left valve is slightly concave with narrower, flatly rounded radiating ribs whose normal number is seven or eight. The ears are nearly equal, with a shallow notch below the anterior one.

Fossil occurrence:—Miyata Zone (Shimo-Miyata and Kami-Miyata); Yokosuka Zone (Otsu); Upper Musashino of Oji and Shinagawa.

Living:—Northern, Central and Western Japan.

207. *Pecten naganumana*, YOKOYAMA.

PL. XIII. FIGS. 4-6.

Shell medium-sized, not very thick but firm, roundish, broader than high, strongly inequivalve, nearly equilateral, the lower margin describing a semicircle with the anterior and posterior corners obtusely angulate and the antero-dorsal and postero-dorsal margins sloping and somewhat concave. Right valve convex and swollen, with broad and flatly rounded, subequal, radiating ribs separated by intervals of a less breadth; number of ribs normally twelve, but sometimes thirteen or eleven with one to three small subsidiary riblets at the anterior as well as at the posterior ends. Left valve quite flat, or even a little concave, also ornamented with flatly rounded radiating ribs which, however, are much narrower than those of the right valve, so that the interspaces become consequently wider than the ribs; their

number is normally eleven, but may lessen to ten or increase to twelve and may also be accompanied by a few subsidiary riblets at both ends of the valve. Fine dense concentric elevated lines cross the ribs as well as the interspaces, most distinct on the flat valve, often obsolete on the ribs of the convex valve, on which we often observe several longitudinal striae. Ears are nearly equal especially on the flat valve, the anterior ear of the right valve being marked by a shallow byssal notch.

The largest specimen in our possession measures 82 millim. in height, 95 millim. in length and 25 millim. in depth.

This species is very close to the preceding one in the form of the shell, but is at once recognized by the number of ribs. In *Pecten laqueatus* the normal number of the ribs of the convex valve is eight, which may rarely increase to nine, with or without some subsidiary riblets at both extremities of the shell. Sometimes one or two ribs may be split into two by a median groove, but this groove never attains such a breadth as to make them appear as two separate ones. The left valve has also only eight or nine ribs. Still it may not be impossible that the intermediate forms occur, but so far as my present investigation goes, both on the numerous fossil as well as on recent shells, I have not been able to discover any.

Pecten fumatus REEVE (= *Pecten bifidus* MENKE, PHILIPPI, Abbild., vol. I, Pecten, pl. II, fig. 6 and Syst. Conch. Cab., vol. 7, Pecten, p. 160, pl. 45, figs. 1, 2) from Australia (near Sydney) is also closely related to our fossil, though the beak of the right valve is a little more swollen and the ribs are somewhat wider in the Australian shell.

Very frequent. Some of the specimens show traces of an orange-red colour.

Fossil occurrence:—Naganuma Zone (Naganuma).

Family **Ostreidæ**.Genus ***Ostrea***, LINNÉ.208. ***Ostrea gigas***, THUNBERG.

PL. XV. FIGS. 1, 2.

Ostrea gigas. THUNBERG, Kongl. Vetenskaps Akad. nya Handl., Tom. XIV, 1793, p. 140, pl. VI, figs. 1-3. LISCHKE, Jap. Meeresconch., vol. I, p. 174, III, p. 114. DUNKER, Index Moll., p. 249. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 48, 51, 55. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 63, pl. I V, fig. 5. *Ostrea laperousii*. SCHRENCK, Moll. Amurl. u. d. nordjap. Meeres, p. 475, pl. XIX. *Ostrea talienuhanensis*. CROSSE, Jour. Conchyl., vol. X (3d series, vol. II), p. 149, pl. VI, fig. 6.

A few typical ovate as well as elongated forms which undoubtedly belong to a species of *Ostrea* most widely distributed in Japan and everywhere used as food.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu); Koshiha Zone (Koshiha); Upper Musashino of Musashi, Kazusa and Shimosa.

Living.—Northern, Central and Western Japan; Strait of Tartary; Coast of Manchuria and Shantung in China.

209. ***Ostrea denselamellosa***, LISCHKE.

PL. XVI. FIG. 6.

Ostrea denselamellosa. LISCHKE, Jap. Meeres conch., I, p. 79, pl. XIII, pl. IV, fig. 1. BRAUNS, Geol. Env. Tokio, p. 58. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 65, pl. IV, fig. 6.

A single valve, somewhat broken at the posterior margin, thick, longly ovate in form, about 95 millim. in height, slightly convex and ornamented with numerous radial, lamellated folds which, however, have been much obliterated by friction. Comparing it with the living specimens of *Ostrea denselamellosa*, it agrees quite well in its general characters.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu); Upper Musashino of Musashi and Shimosa. •

Living:—Central and Western Japan; also Ryukyu Islands (according to Pilsbry).

210. *Ostrea plicata*, CHEMNITZ.

PL. XVII. FIGS. 1, 2, 3.

Ostrea plicata. CHEMNITZ, Conch. Cab. VIII. p. 34, pl. 73, fig. 674, pl. 74, fig. 680. Reeve, Conch. Icon, vol. XII, *Ostrea*, no. 63, pl. XXVII, fig. 63. Dunker, Index Moll., p. 249.

Several ill preserved specimens. The upper as well as the lower valve is depressed and only a little convex. The general shape is ovate to oblong. The shell is either solid or rather thin. On the surface there are generally a few radial folds most distinct near the margin. On both sides of the hinge, the inner margin is generally crenate or crenulate. The largest specimen which we have is only 65 millim. high.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Otsu).

Living.—Western Japan; China and East Indies.

211. *Ostrea musashiana*, YOKOYAMA.

PL. XVI. FIGS. 1-5.

Shell moderate-sized, rather thin, generally ovate in outline, but sometimes oval to oblong. Lower valve very convex with the surface smooth and uneven, and marked with concentric valleys and lines, the latter sometimes elevating themselves into short laminae. In some specimens are developed a few radial plaits which are, however, irregular and mostly indistinct. Left valve unevenly flat. Frequent.

The largest specimen measures a little over 60 millim. in height.

Fossil occurrence.—Yokosuka. Zone (Yokosuka); Koshiba Zone (Koshiba). Upper Musashino of Shimosa.

Family *Arcidæ*.Genus *Arca*, LAMARCK.212. *Arca kobeltiana*, PILSBRY.

PL. XVII. FIG. 4.

Arca kobeltiana. PILSBRY, New Jap. Mar. Moll., Pelecypoda, Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, July, 1904, p. 559, pl. XL, figs. 16-19.

Arca ocellata. KOBELT in Syst. Conch. Cab. Mart. u. Chemn., vol. VIII, p. 87, pl. 24, figs. 1-4, (non Reeve). Pilsbry Cat. Mer. Moll. Jap., p. 148.

Arca rectangularis. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 61, pl. III, fig. 23.

The shell is generally transversely quadrate, very convex with the posterior margin obliquely truncate, so that it makes a blunt angle with the straight or even concave ventral margin. A sharp keel runs from the beak to the postero-ventral corner. The surface-sculpture consists of numerous granulated, subequal, radiating ribs which on the posterior side become larger and often double and are separated by wide interspaces with a few (generally two) small riblets. The surface is more or less uneven, so that the ribs are also somewhat undulating.

Pilsbry lays great stress on the character of the area as a distinction from Reeve's *Arca ocellata*, and speaking of his *Arca kobeltiana*, he says.

„ The wide ligamental area is marked off into concentric lozenges by very numerous ligament-filled, diagonal, broadly v-shaped sulci, of which I count 11 in a shell 44 millim. long, 17 in one 55 millim. long. The hinge-line is narrow, the teeth fine, close and vertical in the middle, somewhat irregular there and anteriorly, but posteriorly they become coarse and very oblique and strongly crenulate on the upper edges..... Having before me a topotype of *Arca ocellata* Reeve as well as several Japanese specimens which agree with them, I am compelled to regard the two species as entirely distinct, and not even closely related, although they agree in general shape. The ligamental area in *A. ocellata* is smooth, scored by only a few, usually imperfect ligament-grooves, there being a large oblique triangle posteriorly and an erect triangle between the beaks free from them. The two oblique triangles marked by grooves are usually covered with a smooth yellow (or in some Japanese shells, blackish) cuticle, while the rest of the area is whitish. This is well shown in the dorsal aspect of a specimen of *A. ocellata* from the province of Suruga drawn in fig. 21 of pl. XLI. “

In fact all of our fossil specimens have lozenge-shaped grooves crossed by lines parallel to the hinge-line, whose number varies

according to the size of the shell. In a specimen about 20 millim. long we count five, but there is one only 35 millim. long and with more than ten grooves. The posterior portion of the area is free from grooves, ornamented only with straight lines parallel to the hinge-line. There is a considerable variation in the form of the shell. Rather frequent.

The largest specimen in our possession is a left valve 47 millim. long, 27 millim. high and 13 millim. deep.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Motoyashiki in Shimo-Miyata); Yokosuka Zone (Yokosuka and Otsu); Kanazawa Zone (Nojima); Koshiba Zone (Koshiba). Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

Living.—Northern and Central Japan.

213. *Arca decussata*, (SOWERBY).

PL. XVII. FIG. 5.

Arca decussata. REEVE, Conch. Icon., *Arca*, sp. 81, pl. XII, fig. 81. Lischke, Jap. Meeres-conch., I. p. 149. Syst. Conch. Cab., vol. VIII, p. 144, pl. 37, figs. 2-5.

Byssoarca decussata. SOWERBY, Proc. Zool. Soc. London, 1833, p. 22.

Erbatia decussata, DUNKER, Index Moll., p. 232.

A young right valve, 14 millim. long, 9 millim. high and 3.5 millim. deep.

It is transversely oval, very inequilateral, dorsally somewhat excavated in the middle, with numerous unequal, radiating riblets crossed by concentric lines, some of which are rather coarse. There is no sharp diagonal keel on the surface. The area is rather narrow, with grooves parallel to the hinge-line. The shell is rather worn and thin, but it seems to have been originally firm. It agrees very well with the living specimens of the species named.

Fossil occurrence.—Koshiba Zone (Koshiba).

Living.—Western Japan; Philippines; South Sea; Indian Ocean; Gulf of Guinea.

214 *Arca stearnsii*, PILSBRY.

PL. XVI. FIG. 9.

Arca stearnsii. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Japan, p. 143, pl. III, figs. 8-10.

A water-worn right valve, 9 millim. long, 5 millim. high and 2,5 millim. deep. It is dorsally depressed, a character not found in the form described by PILSBRY. But its subtrapezoidal shape and other characters leave no doubt of its being the same species.

Fossil occurrence:—Koshiha Zone (Koshiha).

Living:—Central Japan.

215. *Arca symmetrica*, REEVE.

PL. XVII. Figs. 7, 8.

Arca symmetrica. REEVE, Conch. Icon., *Arca*, sp. 117, Syst. Conch. Cab. Mart. Chemn., vol. VIII, p. 94, pl. 25, figs. 7, 8.

The shell is small, solid, generally quadrate in outline, swollen, closed, equivalve, somewhat inequilateral, with a sharp keel running from beak to postero-ventral corner. The surface is ornamented with numerous radiating riblets which are more or less granulated.

The shape is very variable. The normal forms have the upper and lower margins parallel, but these are those which show the height in the posterior portion less than in the anterior, a character which is especially eminent in our fossil and which makes the postero-ventral corner as if somewhat rostrated. In specimens of this kind, the median dorsal depression is pushed more to the posterior side, and anterior margin is more rounded than in the typical ones. The thickness of the shell is also variable. In recent forms which we have, it is either equal to, or greater than, the height, while in the fossil, it is either equal or less.

Rather frequent. The largest fossil specimen measures 18 millim. in length and 12,5 millim. in height and thickness.

Fossil occurrence.—Yokosuka Zone (Yokosuka); Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Shimosa.

Living.—Central and Western Japan; Philippines; Indian Ocean.

216. *Arca inflata*, REEVE.

PL. XVII. FIG. 9.

Arca inflata. REEVE, Conch. Icon., *Arca* sp. 30, pl. V, fig. 30. KOBELT in Syst. Conch. Cab., vol. VIII, p. 30, pl. 10, figs. 1, 2. LISCHKE, Jap. Meeresconch., I, p. 146. BRAUNS, Geol. Env. Tokio p. 44. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 57, pl. III, fig. 19.

Arca broughtonii. SCHRENCK, Moll. Amurl. u. d. Nordjap. Meeres, p. 578, pl. 24, figs. 1-3.

Arca tenuis. TOKUNAGA, Foss. Env. Tokyo, p. 58, pl. IV, fig. 1.

A large specimen, 110 millim. long, 85 millim. high and 77 millim. thick, with forty-two ribs and a moderate-sized area. According to YAMAKAWA (Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVIII, no. 209, *Scapharca*) this species is distinguished from *Arca satowi* DUNKER (Index Moll., p. 233, pl. 9, figs. 1-3) to which it is closely allied by the following characters:

1. Antero-dorsal angle is nearly a right angle (decidedly obtuse in *Arca satowi*).

2. Hinge-line is longer in comparison to shell-length than in *Arca satowi*.

3. Number of ribs is thirty-eight to forty (thirty-five to thirty-nine in *Arca satowi*).

4. Beaks less prominent.

5. Beaks medially more deeply furrowed than in *Arca satowi*.

6. Height, when compared to length, is less than in *Arca satowi*.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

Living.—Northern, Central and Western Japan; Philippines.

Genus *Pectunculus*, LAMARCK.217. *Pectunculus rotundus*, DUNKER.

PL. XVII. FIGS. 10, 11.

Pectunculus rotundus. DUNKER, Index Moll. Mar. Jap., p. 236, pl. XVI, figs. 9, 10. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 150.

Several specimens of a rotund *Pectunculus* flatly convex and mostly small (below 25 millim. in diameter) in form. DUNKER in describing this species had a specimen only 22 millim. in diameter.

We possess a right valve which is considerably larger—36 millim. in diameter—than the specimen figured by DUNKER. It is also thicker and deeper (6 millim. in depth) and may represent a full grown form of the same species.

Fossil occurrence,—Miyata Zone (Matsubara and Iwaiguchi in Kami-Miyata); Naganuma Zone (Naganuma). Upper Musashino of Shimosa.

Living.—Central Japan.

218. *Pectunculus yessoensis*, SOWERBY.

PL. XVIII. FIGS. 1, 2.

Pectunculus yessoensis. SOWERBY, Description of Fourteen New Shells from China, Japan and the Andaman Islands, Proc. Zool. Soc. London, 1886. p. 570, pl. XXVIII, fig. 19. PILSBRY, Cat. Mar. Moll. Jap., p. 150.

This species is characterized by the marked posterior angle which is, however, not so distinct in young specimens. The surface shows fine decussate lines. Four left valves which we possess are all not full grown. A specimen from Motowada 33 millim. high, 36.5 millim. long and 8 millim. deep has the posterior angle rather obscure, while the one from Okine, which is somewhat smaller (30 by 32), is deeper (9 millim.) with the posterior angle more distinct and the hinge line somewhat more bent.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Motowada and Okine). Upper Musashino of Shimosa and Kazusa.

Living.—Northern Japan (Bay of Hakodate).

219. *Pectunculus nipponicus*, YOKOYAMA.

PL. XVIII. FIGS. 3-5, 7 (?).

Shell rather small, solid, moderately convex, oblique, ovately rounded, inequilateral, anterior side shorter and its margin rounded, posterior side somewhat produced and either rounded or forming a rounded angle at the place where the obliquely descending postero-dorsal margin meets with the ascending postero-ventral margin, ventral margin arcuate. Surface with numerous radiating

impressed lines crossed by concentric lines of growth, with the points of intersection sometimes looking like minute pits. Inner surface smooth, with only irregular radiating lines most distinct towards the margin which is finely crenulate. Beaks small but pointed, not touching. Area distinct, but comparatively small, broadly triangular in shape, with a few elevated straight parallel ridges which diverge from the median line. Hinge-teeth numerous, vertical in the middle, oblique towards the sides, lamellar, straight or curved or rarely knie-shaped. Muscular impressions distinct, the posterior one bounded within by an elevated ridge which becomes weaker towards the beak.

The form of the shell is very variable, some being more rounded than others, but invariably more or less ovate and oblique when compared with most of the species of this genus. The majority of the specimens have the length slightly greater than the height, but there are some in which they are nearly equal, while in a few instances, the height is greater than the length. The specimen shown in fig. 7 is probably an abnormal form of the same species markedly ovate and more convex than others.

The largest specimen which is a right valve measures 30 millim. in length and height and 9 millim. in depth. Another specimen which is also a right valve measures 29,5 millim. in length, 28 millim. in height and 7,5 millim. in depth,

On the outer surface of some specimens we observe purplish traces of an original colouring. This species is not unlike *Pectunculus mundus* SOWERBY (Ann. Mag. Nat. Hist., vol. XII. 7th. series, 1903, p. 501) from Hirado in Western Japan in being obliquely ovate, but it is larger and lacks the radiating ribs of the latter.

Very frequent, especially at Koshiba where, however, the specimens occur in a much worn condition.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Harashita in Shimo-Miyata); Kanazawa Zone (Nojima); Koshiba Zone (Koshiba).

Living.—Central Japan (Sobo Peninsula).

220. *Pectunculus pilsbryi*, YOKOYAMA.

PL. XVIII. FIG. 8.

Shell small, moderately solid, flatly convex, suborbicular, nearly equilateral, slightly longer than high, with anterior margin rounded and posterior subangulated in the middle. Surface with numerous, unequal, radiating riblets crossed by fine concentric impressed lines so that the riblets appear finely granulated. A fine interstitial riblet is also often present. Beaks small, pointed. Area very narrow, furnished with a few diverging lines. Teeth about twenty, vertical in the middle part of the hinge-line, oblique towards both sides. Inner margin crenulate.

A few specimens. The largest, which is a left valve, measures 20 millim. in height, 22 millim. in length and 5.5 millim. in depth.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Mukaibatake in Shimo-Miyata, and Kami-Miyata). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Central Japan (Bōshū).

Family *Parallelodontidæ*.

Genus *Parallelodon*, MEEK ET WORTHEN.

221. *Parallelodon obliquatus*, YOKOYAMA.

PL. XVII. FIG. 6. PL. XVIII. FIGS. 9-11.

Shell moderately thick, convex, equivalve, transversely and longly ovate with the narrower end directed anteriorly, strongly inequilateral, with the posterior side three times as long as the anterior; anterior margin rounded, posterior arcuate with the rounded postero-ventral corner somewhat produced; ventral margin straight or sometimes even slightly excavated. Surface somewhat depressed in the middle, radiately ribbed; ribs numerous, fine, unequal, a little flexuous, occasionally with a finer interstitial riblet which becomes obsolete towards the beak, crossed by incremental lines and a few concentric grooves. Beaks small, almost touching. Area narrow, with a few sharp diverging ridges. Dentition consists generally of three subhorizontal, parallel, transverse-

ly striated teeth in the posterior portion and two such in the anterior, with a few (mostly about four) crenular teeth behind the anterior horizontal ones which may be sometimes very indistinct or obsolete; of the three posterior teeth, the middle one is the longest and the lower one the shortest. Inner surface with radiating lines. Proportion of length to height and thickness 100 : 53 : 36. The largest specimen measures about 53 millim. in length. Rather rare.

This species has some resemblance to the one described by Smith as *Macrodon dalli* (Challenger Lamellibranchiata, pl. XVII, fig. 10) from off Kobe at 50 fathoms, although it is more oblique and possesses a somewhat different dentition.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Shimo-Miyata and Okine); Yokosuka Zone (Otsu); Koshiha Zone (Koshiha). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Northern and Central Japan (coasts of Sagami and Hitachi).

Family **Limopsidæ**.

Genus ***Limopsis***, SASSI.

222. ***Limopsis auritoides***, YOKOYAMA.

PL. XVIII. FIGS. 12, 13.

One right and two left valves. The form is somewhat variable, but decidedly oblique and rounded ovate with the shell thick and solid. The surface is nearly smooth, only showing distant impressed radiating lines crossed by more or less distinct incremental ones. Beaks small but pointed, situated in the middle of the hinge-face. Ears small. Teeth rather coarse, sixteen to twenty-one, straight and vertical in the middle of the hinge-line, oblique and curved outward toward the sides. Ligamental area broadly triangular, the breadth of the base being more than twice the height, shallow. Inner surface with fine and close radiating lines most distinct near the mantle-line. Inner margin smooth and sharp.

The largest specimen (left valve) measures 18.5 millim. in height, 18 millim. in length and 6 millim. in depth.

This species strongly reminds of *Limopsis aurita* Brocchi (Conch. Foss. Subap., p. 485, pl. XI. fig. 9) from the Pliocene of Italy and England, from which it differs only in the greater size and a very broadly triangular ligamental pit. Perhaps a discovery of a greater number of specimens may reveal a closer relationship between the two.

Limopsis woodwardi A. Adams (Dunker, Ind Moll., p. 237, pl. XVI, figs. 5, 6.) living in our seas is also closely allied to the present species. In fact, some of its specimens greatly resemble the latter in being more trigonally ovate than one figured by Dunker. But the more narrowly triangular pit and the radiating riblets of the surface easily distinguish it from the fossil form.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Nojima).

223. *Limopsis tokaiensis*, YOKOYAMA.

PL. XVIII. FIGS. 14, 15, 16,

Limopsis tokaiensis. YOKOYAMA. Species of *Limopsis* found in the Neogene of Koshiba, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVII, no. 205, Oct. 1910, p. 1, pl. IX, figs. 1-3, 5-7.

Limopsis tokaiensis var. *elongata*. YOKOYAMA, Ibid. p. 2, pl. IX, fig. 4.

Shell moderately thick, compressed, obliquely oblong, strongly inequilateral. Anterior margin rounded, passing insensibly into the arcuate ventral margin. Postero-dorsal margin sloping, more or less straight, hardly forming an angle with the rounded posterior margin. Postero-ventral angle mostly rounded, very rarely obtusely pointed. Surface with only distant radiating impressed lines, crossed by coarse irregular lines of growth. Inner surface with fine, dense, raised, radiating lines most distinct along the mantle-line. Hinge-line slightly bent, with about twenty teeth in full-grown specimens, vertical in the middle, oblique and curved outward toward the sides. Ears small and indistinct. Area rather wide, with a very broadly triangular, shallow ligamental pit, whose base is usually about three times as long as its height. In the middle of this pit, there is generally a space which is either somewhat deepened or bounded by two shallow grooves corresponding

to the two sides of a triangle having its apex in common with that of the whole pit. Beaks very small and pointed. Inner margin smooth and sharp.

There is a considerable variation in shape and thickness. The shape, however, is in general oblong, though, in a specimen which I formerly called *var. elongata* (the figure is in the above cited journal), it is posteriorly somewhat pointed. Between these two forms, there are all sorts of gradations. If we consider the shell as an ellipse whose longer diameter is 10, then the shorter diameter varies between 8 and 7.6. The thickness of a complete shell is about one-half the longer diameter.

The largest specimen in our collection is about 30 millim. in its longer diameter.

This species shows a great resemblance to *Limopsis marionensis* Smith (Challenger Lamellibranchiata, p. 254, pl. XVIII, figs. 2, 2b) from the Indian Ocean; but the Japanese form has the anterior side below the hinge invariably a little more produced than Smith's. *Limopsis pelagica* Smith described in the same work as occurring in Japan is also closely related to ours, but the beak is more prominent, the shell less oblique and the posterior wing more conspicuous.

Very fréquent, especially at Koshiba, Nojima and Kikkōsan.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Jinyaato in Kami-Miyata); Kamakura Zone (between Urago and Enokido); Kanazawa Zone (Kanazawa and Nojima); Koshiba Zone (Koshiba and Ofuna); Naganuma Zone (Kikkōsan and Naganuma).

Living.—Central Japan (rarely found near the coast of Bōshū).

223. *Limopsis crenata*, A. ADAMS.

PL. XVIII. FIGS. 17, 18.

Limopsis crenata. A. ADAMS, Descrip. Some Species *Limopsis* fr. Cumingian Collection, Proc. Zool. Soc. London, 1862, p. 230. Yokoyama, Species of *Limopsis* found in the Neogene of Koshiba, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVII, no. 205, Oct. 1900, p. 3, pl. IX, figs. 8-11.

Shell small, rather thin, convex, oblique, roundly ovate to oblong, nearly as high as long, anterior margin rounded, posterior

sloping, ventral arcuate with the postero-ventral corner, also more or less rounded. Surface with numerous, coarse, unequal, elevated, concentric lines of growth crossed by fine, close, impressed, radiating lines which make them finely crenulate. There are also a few broad concentric grooves on the surface. Beaks small and acute. Hinge-line arcuate with ten to fifteen teeth. Ligamental pit triangular, the height of the triangle being somewhat greater than the breadth of the base. Inner margin finely crenulate.

The form of the shell is somewhat variable, but may generally be said to be roughly oblong or elliptical, the longer axis being only a little longer than the shorter, with their proportion about 10 to 8.4. The thickness of a perfect shell is about two-thirds of the longer axis. The largest specimen does not exceed 13 millim. by 11 millim.

This species is readily distinguished from the preceding by its smaller size, a more tumid and less oblique shell and the crenulate inner margin.

Frequent in the Miyata Zone.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Yamagayado, Iwaiguchi, Jinyaato, Shishiana and Matsubara in Kami-Miyata; Harashita and Motoyashiki in Shimo-Miyata); Kamakura Zone (Kewaizaka in Kamakura); Kanazawa Zone (Nojima); Koshiha Zone (Koshiha). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Northern and Central Japan.

225. *Limopsis azumana*, YOKOYAMA.

PL. XVIII. FIGS. 19, 20, 21.

Limopsis azumana. YOKOYAMA, Species of *Limopsis* found in the Neogene of Koshiha, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVII, no. 205, Oct. 1910, p. 3, pl. IX, figs. 16-18.

Limopsis truncata. YOKOYAMA, Ibid. p. 4, pl. IX, figs. 13, 14.

Shell small, generally moderate in thickness, tolerably inflated, oblique, ovate to oval, the height nearly equal to, or somewhat greater than, the length, very inequilateral, the posterior margin broadly rounded and passing gradually into the more sharply rounded ventral margin, the anterior margin generally

broadly rounded, but sometimes straight and truncate, or even slightly excavated. Surface with fine close radiating impressed lines crossed by concentric striae of growth. Beaks small and acute. Ligamental pit broadly triangular with the breadth of the base greater (up to twice) than the height. Teeth usually more than ten and up to fifteen. Inner margin smooth and sharp. The largest specimen measures 12.5 millim. in height. The proportions of the three dimensions, height, length and thickness, are 10, 10-8.8, 6.6-5.5.

This species is very variable in shape, especially in the shape of the anterior margin which, as above said, is sometimes even concave, instead of being convex. Such forms I formerly separated as a new species under the name of *Limopsis truncata*, but as I am now convinced, they are only abnormal forms of *Limopsis azumana*.

Not rare, especially at Koshiba.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Motoyashiki in Shimo-Miyata); Koshiba Zone (Koshiba). Upper Musashino of Kazusa and Shimosa.

226. *Limopsis adamsiana*, YOKOYAMA.

PL. XIX. FIGS. 1, 2.

Only two right valves. They are small, solid, compressed, roundly trigonal, nearly equilateral, slightly longer than high. The anterior as well as the posterior margin is rounded, the anterior somewhat more sharply than the posterior. The ventral margin is broadly arcuate. The surface is water-worn but seems to have been ornamented with radiating lines. Beaks small and pointed. The hinge-line is bent, with about five teeth in the anterior half and about six in the posterior. Ligamental pit triangular, somewhat broader than high. The anterior as well as the posterior muscular impression is bounded by an elevated ridge on the inner side, the posterior being much more elevated than the anterior one. Inner surface with fine close radial lines near the mantle-line. Inner margin smooth.

One of the specimens measures 8,2 millim. in length, 7,8 millim. in height and 2,2 millim. in depth while the other measures 7 millim. in length, 6,8 millim. in height and 2,2 millim. in depth.

In my paper on the "Species of *Limopsis* found in the Neogene of Koshiha" (Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVII, no. 205, 1910), I described this species simply as *Limopsis* sp., questioning, whether it is not *L. Forskalli* ADAMS (Proc. Zool. Soc. Lond., 1862) from Oshima and Takanoshima, but as the latter is without figures and said to possess unequal riblets, I deem it advisable to describe the present species as a new one.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Kami-Miyata); Koshiha Zone (Koshiha). Upper Musashino of Kazusa.

Family *Ledidæ*.

Genus *Leda*, SCHUMACHER.

227. *Leda ramsayi*, SMITH.

PL. XIX. FIG. 3.

Leda ramsayi. SMITH, Report on the Lamellibranchiata, Challenger Expedition, p. 241, pl. XX, fig. 3, 3a.

Two left valves.

The shell is small, rather thin, compressed, transversely elongated, strongly inequilateral, the anterior margin sharply rounded, the posterior produced, rostrated and truncate at the end. The ventral margin is broadly rounded, straight or even slightly concave near the posterior end. On the surface there are two ridges running from the beak to the upper and lower corner of the truncated posterior margin. The sculpture consists of strong concentric striae which are suddenly turned upward and nearly at right angles on the flat or slightly concave space between the two ridges. The area is concave, smooth and sharply bounded by the upper ridges of the two valves. On the inner side of the rostrate end there is a short transverse median ridge. The teeth are numerous, close-set, the anterior row being decidedly shorter than the posterior which occupies about two-thirds the

length of the posterior side. The one valve measures about 9 millim. in length, 5 millim. in height and 1,5 millim. in depth, while the other measures 8 millim. in length, 4,5 millim. in height and about 1,5 millim. in depth.

This species agrees almost exactly with the one described by SMITH under the above name, the only difference being a slightly shorter shell and a less excavated posterior part of the ventral margin in the Japanese specimens.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Motowada); Koshiha Zone (Koshiha). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Off Sydney, New South Wales, in 950 fathoms (SMITH).

228. *Leda gordonis*, YOKOYAMA.

PL. XIX. FIGS. 4, 5.

Shell small, rather solid, moderately compressed, transversely elongated, inequilateral, the anterior side being somewhat shorter than the posterior. Anterior margin sharply rounded; posterior margin very obliquely truncate, forming an acutely pointed angle with the weakly concave postero-dorsal margin; the ventral margin arcuate, forming a very obtuse angle with the truncated posterior margin. Surface with two radiating ridges, the one running to the acute upper corner of the posterior margin and sharp, the other going to the lower corner of the same margin and very obtuse, the surface between the two being slightly concave. The sculpture consists of numerous fine concentric grooves, much narrower than the interspaces and making the latter appear like rounded riblets. Beaks small, obtusely pointed. Lunula broad-lanceolate, indistinct. Area long-lanceolate, sharply bounded by the upper radiating ridges of the surface and sublongitudinally striated. Teeth small, numerous, the anterior row about as long as the posterior which occupies about four-sevenths, of the posterior side. Pallial sinus rather deep, finger-like, somewhat obliquely ascending. Length 12 millim.; height 6 millim.; thickness 4 millim.

Rare.

This species resembles *Leda confusa* HANLEY (Sowerby, Thesar. Conch., vol. III, Nuculidae, p. 119, pl. 228, fig. 85) living in our seas; but it is smaller, more solid, longer, more inequilateral, with the lunula not so sharply bounded and the pallial sinus more ascending and more uniform in breadth.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

229. *Leda naganumana*, YOKOYAMA.

PL. XIX. FIG. 6.

Shell thin, transversely elongate-ovate, tolerably compressed, slightly inequilateral, the anterior side being shorter than the posterior. Anterior margin sharply rounded, the posterior obtusely pointed; antero-dorsal margin weakly convex, the postero-dorsal weakly concave. Ventral margin broadly arcuate, going over to the posterior without any distinct angle. On the surface there is a single sharp keel running from the beak to the posterior angle and forming the boundary of the lanceolate area with pouting lips. The sculpture consists only of coarse unequal lines of growth. Lunula lanceolate, distinct, with the lips pouting like those of the area. The surface of the lunula as well as of the area is furnished with sublongitudinal striations. Length about 19 millim.; height 9.5 millim.; thickness 5 millim.

There is only a single example whose valves are closely attached to each other, on which account it is not possible to make out the characters of the inner surface.

This species looks like *Leda pernula* MÜLLER (Sowerby, Thes. Conch., vol. III, Nuculidae, p. 113, no. 14, pl. 228, fig. 56-88) in which, however, the shell is more inequilateral, the lunula obsolete and the posterior end truncate.

Fossil occurrence.—Naganuma Zone (Naganuma).

Family **Nuculidæ**.Genus ***Nucula***, LAMARCK.230. ***Nucula insignis***, GOULD.

PL. XIX. FIGS. 7, 8.

Nucula insignis. GOULD, Otia Conchologica, p. 175. TOKUNAGA, FOSS. ENV. Tokyo, p. 56.

One right and one left valve; the former 9 millim. and the latter 8 millim. in length. These are to be identified with the species above named occurring in great numbers in the Upper Musashino of the neighbourhood of Tokyo, and which may be described as follows:

Shell small, rather solid, obliquely ovate-triangular, convex, very inequilateral, posterior side very short and obliquely truncate at margin, with the postero-ventral junction subangulate, posterior side very long, more than four times that of the anterior, sharply rounded at end, ventral margin broadly arcuate. The sculpture consists of numerous rounded riblets, broader than the interspaces diverging from the median line of the shell to both sides; these riblets often also bifurcate near the ventral margin, giving rise to several inverted v-shaped figures. Beaks small, but prominent. Area cordate, bounded by obtuse ridges running from the beaks to the postero-ventral corners, with the lips somewhat pouting and the surface ornamented with diverging riblets like those of the other part of the surface. Ligamental pit obliquely triangular. Hinge bent, the anterior teeth about twenty, occupying a little more than two-thirds the length of the posterior hinge-line and generally curved outward, the posterior teeth about ten, also generally curved outward and often knee-shaped. Inner margin smooth. The largest shell attains about 15 millim. in length, 12 millim. in height and 8 millim. in thickness.

Fossil occurrence.—Koshiba Zone (Koshiba); Upper Musashino of Musashi, Shimosa and Kazusa.

Living.—Northern Japan (north of 37° N. Lat.)

231. *Nucula mirabilis*, ADAMS et Reeve.

PL. XIX. FIG. 9.

Nucula mirabilis. ADAMS and Reeve, Zool. Voy. Samarang, Mollusca, p. 75, pl. XXI, fig. 8. Tokunaga, Foss. Env. Tokyo, p. 56.

Nucula cobboldiae. BRAUNS, Geol. Envir. Tokio p. 46. (non Sowerby).

This is a species which not only resembles the preceding but also to the English Crag species *Nucula cobboldiae* Sow. (Wood, Crag Moll., Bivalves, p. 82 pl. X, fig. 9), so that Brauns took it for the same species. Compared with the latter, there is no difference at all in its surface sculpture of divaricating and zigzag striae. In full grown specimens of the Japanese fossil, the line from which the striae (or riblets) diverge is approximately in the median line of the shell as in the English fossil. The zigzag striae are close in front of the median line, near the middle portion of the ventral and the posterior margin, and also sometimes in other parts, especially near the ventral margin. The size attained by full grown specimens is also nearly the same, the largest Japanese shell being about 30 millim in largest diameter. The number of teeth in the latter is about twenty-five in the anterior row and about ten in the posterior, so that the anterior has somewhat more teeth than the English species. But the main differences between the two are the presence of a shallow depression running from the beak to the ventral margin just behind the posterior margin and the more oblique and elongated form of the ligamental pit in the Japanese species. Moreover, the inner margin of the latter, though smooth on a cursory view, is finely and irregularly crenulated, a character which is not found in the English form.

Compared with *Nucula insignis*, *Nucula mirabilis* grows larger, with the area more sharply bounded and the inner margin very finely crenulate.

The fossil specimens in our possession are very few and broken. Therefore, taking measurements from a nearly perfect specimen obtained from the Upper Musashino of Shinagawa, we got the following dimensions: Largest diameter 30 millim., smallest diameter 22 millim., thickness 17 millim.; height or length of area 11,5 millim., breadth of the same 9 millim.

A specimen figured by Adams and Reeve seems not to be a full grown specimen. The posterior depression is not clearly shown in it.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Nojima); Naganuma Zone (Naganuma); Upper Musashino, of Musashi.

Living.—Central and Western Japan.

232. *Nucula tokyoensis*, YOKOYAMA.

PL. XIX. FIGS. 10, 11.

Shell small, moderately thick, convex, obliquely subtrigonal, inequilateral; anterior margin sharply rounded, posterior truncated, with the postero-ventral corner subangulate, ventral margin arcuate. Surface concentrically and unequally grooved, with grooves generally small and fine, crossed by fine radiating striae. Area longly cordate, defined by blunt but distinct edges, transversely wrinkled, the wrinkles not quite reaching the edges and somewhat bent towards the beaks so that there is a narrow unwrinkled space left along the edges. Lunula indistinctly developed, lanceolate and also transversely wrinkled. Teeth about twenty in the anterior row and about ten in the posterior. Ligamental spoon oblique, triangular. Inner margin crenulate. Larger diameter 8 millim., smaller 7 millim., thickness 6 millim.

Rare

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Jinya-ato in Kami-Miyata); Naganuma Zone (Naganuma).

Subkingdom **Molluscoidea.**

Class: **Brachiopoda.**

Family **Terebratulidæ.**

Genus ***Terebratulina***, D'ORBIGNY.

233. ***Terebratulina crossii***, DAVIDSON.

PL. XIX. FIGS. 12, 13, 14.

Terebratulina crossii. DAVIDSON, Monogr. Rec. Brach., Trans. Linn. Soc. (2), vol. IV, p. 33, pl. III, figs. 4-6. Yokoyama, Some Brach. fr. Neogene of Koshiba, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVII, no. 201, June, 1910, p. 1, pl. V, figs. 1-3.

This species is fully described in the above cited work of Davidson. In general the shell is ovate in form, longer than wide, with valves almost equally convex. The surface-sculpture consists of very fine radiating striae which in our water-worn specimens are hardly distinguishable except with a lens.

The specimens are very frequent at Koshiba being found in hundreds, but are mostly more or less distorted, so that it is very difficult to obtain a perfect and undistorted specimen. Nevertheless, we can discern a great variation occurring in their outline. According to the measurements given by Davidson, the proportions of length to breadth are 10 to 8. Among our fossils a more elongated shape predominates, so that the length is to the breadth as 10 to about 7.3. But there are specimens which are more like those figured by Davidson. The thickness of the shell is somewhat less than one-half the length.

In general the fossil forms seem to be somewhat smaller than the living, for none of them exceed 40 millim. in length, while Davidson figures one of 50 millim.

Fossil occurrence.—Kanazawa Zone (Kanazawa); Koshiba Zone (Koshiba); Naganuma Zone (Naganuma).

Living.—Central and Western Japan. Davidson states that the species lives between 100 and 250 fathoms.

234. *Terebratulina caput-serpentis*, (LINNÉ).

PL. XIX. FIGS. 15, 16, 17, 18.

Terebratulina caput-serpentis. DAVIDSON, Monogr. Rec. Brach., p. 17, pl. III, fig. 12, pl. IV. figs. 1-11, pl. V, figs. 32-34. Seguenza, Pal. Malac. dei Ter. Terz. del Dist. di Messina, p. 44. Wood, Crag Moll., Bivalves, p. 169, pl. XI, fig. 3. Nyst, Conch. Terz. Tert. de la Belgique, p. 250, pl. XXVIII, fig. 3. Brauns, Geol. Env. Tokio, p. 74.

Anomia caput-serpentis. LINNÉ, Syst. Nat. ed. 12, vol. I. p. 1153.

This is the species which I formerly took for *Terebratulina cailleti* Crosse (Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVII, no 201, p. 2) but which as I am now convinced, is nothing else than the cosmopolitan species of *Terebratulina*, *T. caput-serpentis* L. Our specimens agree most with the so-called variety *mediterranea*. Of about six specimens which we possess, the perfect and undistorted ones

show a distinct median sinus, a character wanting in the nearly related *T. japonica* (Sow.) Davidson (l. c. p. 34, pl. III, fig. 7-11). From *T. caillieti*, our species is distinguished by somewhat finer riblets. The most perfect example which is in our possession measures 15.5 millim. in length, 12 millim. in breadth and 8 millim. in thickness. Another specimen which is smaller measures 11 millim. in length 9 millim. in breadth and 5 millim. in thickness.

Fossil occurrence in Japan.—Miyata Zone (Jinya-ato in Kami-Miyata); Koshiha zone (Koshiha).

Fossil occurrence in foreign countries.—English Crag (Coral-line), Scaldisien of Belgium, Pliocene of Italy, Greece, Madeira and the Azores, Miocene of Dax in France and of Turin in Italy.

Living.—Japan (according to Davidson); Northern Pacific; Northern America; Atlantic; Mediterranean.

235. *Terebratulina quantoensis*, YOKOYAMA.

PL. XIX. FIGS. 19, 20, 21, 22, 23, 24.

Terebratulina quantoensis YOKOYAMA, Brach. fr. Neogene of Koshiha, l. c., p. 2, pl. v, figs. 4-9.

The shell is ovate to pentagonal, somewhat longer than wide, the widest part lying a little posterior to its middle. The valves are unequally convex, the ventral valve being more convex than the dorsal and slightly flattened longitudinally along its median line. The foramen is large, oblique, incomplete, margined anteriorly by the beak of the dorsal valve and two small discontinuous deltidial plates. The sculpture consists of numerous radiating riblets which augment in number by bifurcation and also by the interpolation of shorter riblets between the longer ones. Incremental lines distinct.

On account of the difficulty of bringing the loop into view, the generic name is only provisional.

There is a great variation in the shape of the shell, as is common in this group of animals. Taking its length as 10, the breadth varies between 8.2 and 8.6, while its thickness is between 4.4 and 5. The largest example measures about 35 millim. in length.

The number of riblets may be generally taken at about sixty at the anterior margin, though in a small specimen 15 millim. in length, only fifty have been counted.

A species which most resembles this one is *Terebratulina caput serpentis* var *unguiculata* DAV. (l. c. p. 25, pl. v, figs. 38-40) from which the Japanese fossil differs in being generally broader, with the broadest part somewhat posterior to the middle of the shell.

Rather frequent, but mostly distorted.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

Genus ***Terebratella***, D'ORBIGNY.

236. ***Terebratella coreanica***, (ADAMS et REEVE).

PL. XIX. FIGS. 25, 28.

Terebratella coreanica. DAVIDSON, Monogr. Rec. Brach., p. 81, pl. XIII, figs. 3-9. Dall, Amer. Jour. Conch., vol. VI, p. 121. DUNKER, Index Moll., p. 252. Pilsbry, Cat. Moll. Jap., p. 151.

Terebratula coreanica. ADAMS and REEVE, Voy. Samarang, p. 71, pl. XXI, fig. 3. Schrenck, Moll. Amurl. u. d. nordjap. Meeres, p. 168. Lischke, Jap. Meeresconch., vol. I, p. 181.

There are two specimens. The one (fig. 28) has the shell large, longitudinally oval, swollen, longer than wider, widest about the middle. The dorsal and ventral valves are unequally convex, the dorsal valve being less convex than the ventral; the convexity of the dorsal valve is uniform and flattish, except near the anterior margin where it is very slight; the ventral valve has a strong longitudinal fold which, without any distinct boundaries, slopes to, and passess into, the lateral sides. Beak of ventral valve incurved, obliquely truncated by a large foramen, incompletely bordered in front by a separate deltidium. Surface smooth, only with lines of growth. Shell-structure finely punctate. Length 45 millim., breadth 40 millim., thickness 23 millim. It is no doubt an elongated form of the species above mentioned which is remarkably variable in shape.

The other (fig. 25) is a somewhat imperfect specimen with the ventral valve firmly attached to a stone, while the dorsal valve has fortunately been isolated from the same. It is a roundly pentagonal variety. The dorsal valve is nearly 30 millim. in

length and shows a longitudinal median depression which becomes nearly flat near the anterior end. The ventral valve is deeper than the dorsal one and shows a strong longitudinal rounded keel. The original orange-red colour is preserved as a light yellowish-brown tint.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Harashita in Shimo-Miyata (fig. 25) and Kami-Miyata (fig. 28). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Northern, Central and Western Japan.

236. *Terebratella pulvinata*, (GOULD).

PL. XIX. FIG. 26.

Terebratella pulvinata. DAVIDSON, Rec. Brach., p. 90, pl. XVI, fig. 15. Carpenter, Check-List West Coast N. American Shells, 1860. Dall, Amer. Journ. Conch., vol. VI, p. 117.

Terebratula (Waltheimia) pulvinata. GOULD, Otia Conch., pp. 97 and 255.

A somewhat broken specimen, 14 millim. long, 13.5 millim. broad and 7 millim. thick. It is rather orbicular, widest posteriorly and tapering anteriorly, with lateral and front margins rounded. The convexity of the dorsal and ventral valves is nearly equal and regular. The beak is small, with a round foramen bounded below by a deltidium. The surface, when examined with a lens, is tessellated with numerous fine, elongated dots arranged more or less in a quincunx, a character which GOULD also observed in his specimens. The whole shell still shows a pale yellowish tint which may be due to its having been originally coloured by a similar hue.

Fossil occurrence.—Miyata Zone (Harashita in Shimo-Miyata). Upper Musashino of Kazusa.

Living.—Puget Sound, Washington.

238. *Terebratella nipponensis*, YOKOYAMA.

PL. XIX. FIG. 27.

Terebratella nipponensis. YOKOYAMA, Brach. fr. Neog. of Koshiha, Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. XVII, no. 201, p. 3, pl. v, figs. 13-16.

A single specimen.

Shell small, tumid, somewhat squarely oblong, longer than wide, lateral margins only slightly rounded and nearly parallel,

anterior margin almost straight with its corners rounded. The dorsal and ventral valves are almost equally and regularly convex, without any signs of a longitudinal fold; beak of ventral valve short, a little curved, obliquely truncated by a foramen margined anteriorly by two small deltidial plates. Surface smooth; shell-structure finely punctate. Length 10 millim., breadth 7 millim., thickness 6 millim.

The general outline of this shell is like that of *Terebratella septata* Phil. (Seguenza, Memoria della Societa Italiana di Scienze Naturali vol. I, pl. VII, figs, 1,3) from the Pliocene of Italy and also of *Terebratella Mariae* Dav. (Monogr. Rec. Brach., pl. XV, fig. 13) living in our seas, but both of these have the ventral valve more convex than the dorsal and also a strongly marked longitudinal fold.

Fossil occurrence.—Koshiha Zone (Koshiha).

INDEX.

<i>Aemæa conulus</i> Dkr.	100	<i>Bela nivalis</i> Sow.	40
„ <i>heroldi</i> Dkr.	99	<i>Bembix convexiusculum</i> Yok.	90
„ <i>kuragiensis</i> Yok.	101	„ <i>crumpii</i> PILS.	90
„ <i>nojimensis</i> Yok.	101	<i>Bittium binodosum</i> Yok.	68
„ <i>patina</i> Esch.	101	„ <i>perpusillum</i> Tryon.	67
„ <i>triangularis</i> Carp.	101	„ <i>pusillum</i> Dkr.	67
<i>Aerila</i> (<i>Scalaria</i>) <i>densicostata</i> Yok.	79	<i>Buccinum fusoides</i> Rve.	53
<i>Admete buccinoides</i> Couth.	45	„ <i>lencostoma</i> Lke.	55
„ <i>costellifera</i> Sow.	45	„ <i>luteostomum</i> Chem.	63
„ <i>crispa</i> Möll.	45	„ <i>spadiceum</i> Rve.	54
„ <i>viridula</i> Fabr.	45	„ <i>trochulus</i> Rve.	54
<i>Amycla burchardi</i> Dkr.	59	<i>Bulla acuminata</i> Brug.	26
„ <i>varians</i> Dkr.	59	„ <i>cylindracea</i> Pen.	27
<i>Anomia cyteum</i> Gray.	146	<i>Bullia perryi</i> Jay.	55
„ <i>nipponensis</i> Yok.	146	<i>Bullinella striata</i> Yam.	29
<i>Arca broughtonii</i> Schr.	167	<i>Byssosarca decussata</i> Sow.	165
„ <i>decussata</i> Sow.	165	<i>Cæsia</i> (<i>Nassa</i>) <i>japonica</i> Ad.	56
„ <i>inflata</i> Rve.	167	<i>Cadulus acus</i> Dall.	104
„ <i>kobeltiana</i> Pils.	163	„ <i>gordonis</i> Yok.	104
„ <i>ocellata</i> Kob.	164	<i>Calliostoma cipangoanum</i> Yok.	93
„ <i>rectangularis</i> Tok.	164	„ <i>hilaris</i> Lke.	89
„ <i>satowi</i> Dkr.	167	„ <i>occidentalis</i> M. & A.	93
„ <i>stearnsii</i> Pils.	165	„ <i>sagamianum</i> Yok.	93
„ <i>symmetrica</i> Rve.	166	<i>Callista chinensis</i> Chem.	120
„ <i>tenuis</i> Tok.	167	<i>Calyptræa mammilaris</i> Brod.	75
<i>Astarte hakodatensis</i> Yok.	140	<i>Cancellaria spengleriana</i> Desh.	44
„ <i>japonica</i> Tok.	140	„ <i>subangulosa</i> Wood.	45
„ <i>parva</i> Wood.	140	„ <i>viridula</i> Fabr.	45
„ <i>parvula</i> Wood.	140	<i>Cantharides japonicus</i> Ad.	89
<i>Atilia</i> (<i>Columbella</i>) <i>burchardi</i> Dkr.	59	<i>Cardita cumingiana</i> Dkr.	137
<i>Barbata</i> (<i>Arca</i>) <i>decussata</i> Sow.	165	„ <i>ferruginea</i> Ad.	139
<i>Barnea</i> (<i>Pholas</i>) <i>fragilis</i> Sow.	104	„ <i>leana</i> Dkr.	137
<i>Basterotia gouldii</i> Ad.	108	„ <i>rotunda</i> Ad.	139
„ <i>recluzi</i> Ad.	109	„ <i>variegata</i> Brug.	136
„ <i>trapezium</i> Yok.	108	<i>Cardium braunsi</i> Tok.	129
<i>Bathybembix crumpii</i> Pils.	90	„ <i>californiense</i> Desh.	127
<i>Batillaria multiformis</i> Lke.	69	„ <i>japonicum</i> Rve.	128
<i>Bela glabra</i> Yok.	43	„ <i>modestum</i> Ad. & Rve.	128

<i>Cardium muticum</i> RVE.	128	<i>Cylichna musashiensis</i> TOK.	27
„ <i>nuttalli</i> RVE.	130	„ <i>ordinaria</i> SM.	30
„ <i>papyraceum</i> RÖM.	128	„ <i>orientalis</i> YOK.	30
„ <i>tuberculatum</i> L.	130	„ <i>pyramidata</i> AD.	29
<i>Cerithium fluviatile</i> DKK.	68	„ <i>sibaensis</i> YAM.	28
„ <i>kobelti</i> P. & M.	66	„ <i>yamakawai</i> YOK.	29
<i>Chama semipurpurata</i> LKE.	136	<i>Cytherea chinensis</i> CHEM.	120
<i>Chione gravescens</i> MENKE.	122	„ (<i>Circe</i>) <i>scripta</i> L.	123
„ <i>isabellina</i> PHIL.	121		
„ <i>minuta</i> YOK.	122	<i>Dentalium complexum</i> DALL.	101
<i>Chlorostoma gundlachi</i> PHIL.	87	„ <i>edoense</i> TOK.	103
„ <i>miyatense</i> YOK.	87	„ <i>hexagonum</i> GLD.	103
„ <i>quantoanum</i> YOK.	88	„ <i>octangulatum</i> DON.	103
„ <i>scalare</i> ANT.	87	„ <i>octogonum</i> LAM.	103
„ <i>tokunagai</i> YOK.	88	„ <i>sexcostatum</i> GLD.	103
<i>Chrysodomus pericochlion</i> SCHR.	51	„ <i>vermedi</i> HANL.	102
„ <i>phoeniceus</i> DALL.	50	„ <i>weinkauffii</i> DKK.	102
„ <i>schrencki</i> YOK.	51	<i>Diplodonta gouldi</i> YOK.	132
<i>Circe scripta</i> L.	123	„ <i>japonica</i> PILS.	131
„ <i>undatina</i> LKE.	123	„ <i>semiaspera</i> PHIL.	131
<i>Collonia (Leptothyra) purpurea</i>		„ <i>trigonula</i> BRONN.	130
„ <i>DKK.</i>	86	„ <i>nsta</i> GLD.	130
<i>Columbella burchardi</i> DKK.	59	<i>Dolium japonicum</i> DKK.	66
„ <i>dunkeri</i> TRYON.	59	„ <i>luteostomum</i> KÜST.	66
<i>Conus antidiavianus</i> BR.	35	„ <i>variegatum</i> SCHR.	66
„ <i>d'Orbigny</i> AUD.	35	<i>Dosinia exoleta</i> L.	119
„ <i>sieboldi</i> RVE.	34	„ <i>troscheli</i> LKE.	119
„ <i>tuberculatus</i> YOK.	34	<i>Drillia benten</i> YOK.	40
<i>Corbula venusta</i> GLD.	107	„ <i>braunsi</i> YOK.	40
<i>Costellaria (Mitra) emmae</i> YOK.	49	„ <i>cosibensis</i> YOK.	38
<i>Crassatella heteroglypta</i> PILS.	141	„ <i>nivalioides</i> YOK.	39
„ <i>japonica</i> SOW.	141	„ <i>principalis</i> PILS.	36
„ <i>oblongata</i> YOK.	142	„ <i>pseudoprincipalis</i> YOK.	37
„ <i>simplex</i> KOB.	143	„ <i>quantoana</i> YOK.	38
„ <i>sublamellosa</i> KOB.	143	<i>Dunkeria (Fenella?) falcifera</i> WATS.	74
<i>Crassatellites heteroglypta</i> PILS.	141		
<i>Crepidula orbella</i> YOK.	76	<i>Emarginula cancellata</i> PHIL.	98
„ <i>lamellosa</i> AD.	76	„ <i>costulata</i> DESH.	99
<i>Cyclina chinensis</i> CHEM.	119	„ <i>fragilis</i> YOK.	98
<i>Cyclostrema duplicatum</i> YOK.	95	„ <i>puncticulata</i> AD.	99
<i>Cylichna acuminata</i> BRUG.	26	<i>Ervilia otsuensis</i> YOK.	109
„ <i>braunsi</i> YOK.	28	<i>Eucharis (Corbula) gouldii</i> AD.	108
„ <i>concinna</i> AD.	30	<i>Euchelus fenestratus</i> YOK.	94

<i>Euchelus ruber</i> AD.	94	<i>Lima hakolatensis</i> TOK.	148
<i>Eulima</i> (Leiostraca) <i>acanthyllis</i>		„ <i>japonica</i> AD.	149
WATS.	80	„ <i>lima</i> L.	151
„ „ <i>famelica</i> WATS.	80	„ <i>multicostata</i> SOW.	148
„ „ <i>sagamiana</i> YOK.	80	„ <i>nivea</i> PHIL.	150
„ „ <i>yokoskensis</i> YOK.	79	„ <i>orientalis</i> AD. et RVE.	148
„ <i>solidula</i> SOW.	80	„ <i>quantoensis</i> YOK.	150
<i>Fenella elongata</i> WATS.	74	„ <i>squamosa</i> LAM.	151
„ <i>orientalis</i> YOK.	74	„ <i>subauriculata</i> MONT.	150
„ <i>septentrionalis</i> TOK.	00	„ <i>sulcata</i> MÖLL.	150
<i>Fissurella tanneri</i> VERR.	96	„ <i>sulculus</i> LOV.	150
<i>Fissuridea tanneri</i> VERR.	96	„ <i>zushiensis</i> YOK.	148
<i>Fusus candelabrum</i> AD. & RVE.	61	<i>Limopsis adamsiana</i> YOK.	175
„ <i>dilatatus</i> QUOY.	52	„ <i>aurita</i> BROD.	172
„ <i>inconstans</i> LKE.	50	„ <i>auritoides</i> YOK.	171
„ <i>niponicus</i> SM.	49	„ <i>azumana</i> YOK.	174
„ <i>perplexus</i> AD.	50	„ <i>crenata</i> AD.	173
<i>Globulus costatus</i> DKK.	95	„ <i>forskalli</i> AD.	176
„ <i>giganteus</i> LKE.	94	„ <i>marionensis</i> SM.	173
<i>Glyphis</i> (<i>Fissuridea</i>) <i>tanneri</i> VERR.	96	„ <i>pelagica</i> SM.	173
<i>Helcioniscus pallidus</i> GLD.	101	„ <i>tokaiensis</i> YOK.	172
<i>Hima festiva</i> POW.	57	„ „ <i>var. elongata</i> YOK.	172
„ <i>japonica</i> AD.	56	„ <i>truncata</i> YOK.	175
<i>Jouannetia japonica</i> YOK.	105	„ <i>woodwardi</i> DKK.	172
<i>Lampania multiformis</i> LKE.	69	<i>Lucina antiquata</i> NYST.	133
<i>Lasaea rubra</i> MONT.	134	„ <i>borealis</i> L.	133
„ <i>striata</i> TOK.	134	„ <i>contraria</i> DKK.	134
<i>Leda confusa</i> HANL.	178	„ <i>flandrica</i> NYST.	133
„ <i>gordonis</i> YOK.	177	„ <i>parvula</i> GLD.	132
„ <i>naganumana</i> YOK.	178	„ <i>pisidium</i> DKK.	132
„ <i>pernula</i> MÜLL.	178	„ <i>radula</i> PHIL.	133
„ <i>ramsayi</i> SM.	176	„ <i>spectabilis</i> YOK.	134
<i>Leptothyra amussitata</i> GED.	85	„ <i>yamakawai</i> YOK.	135
„ <i>cf. paucicostata</i> DALL.	86	<i>Lunella</i> (<i>Turbo</i>) <i>granulata</i> var.	84
„ <i>purpurescens</i> DKK.	86	„ <i>coreensis</i>	84
<i>Lima angulata</i> SOW.	148	<i>Lutraria radiata</i> YOK.	110
„ <i>basilana</i> AD. & RVE.	148	<i>Macha divaricata</i> LKE.	112
„ <i>goliath</i> SM.	147	<i>Macoma dissimilis</i> MART.	116
		„ <i>inquinata</i> DESH.	117
		„ <i>nasuta</i> CONR.	116
		„ <i>nipponica</i> TOK.	117
		„ <i>praemitus</i> RÖM.	116

<i>Macoma truncata</i> JON.	118	<i>Natica ampla</i> PHIL.	78
<i>Macroschisma sinensis</i> AD.	96	„ <i>bicolor</i> SCHR.	78
<i>Maetra quadrangularis</i> DESH.	110	„ <i>clausa</i> BROD. et SOW.	78
„ <i>veneriformis</i> DESH.	109	„ <i>janthostoma</i> DESH.	77
„ <i>zonata</i> LKE.	110	„ <i>lamareckiana</i> LKE.	78
<i>Mangilia deshayiana</i> DKR.	41	„ <i>pallida</i> BR. et SOW.	78
„ <i>miyatensis</i> YOK.	42	„ <i>robusta</i> PHIL.	78
<i>Margarita cinerea</i> COUTH.	91	<i>Neptunea trochulus</i> RVE.	54
„ <i>umbilicalis</i> BR. et SOW.	91	<i>Neverita ampla</i> PHIL.	78
<i>Marmorostoma coreensis</i> RED.	84	„ <i>vesicalis</i> DKR.	78
<i>Meretrix chinensis</i> CHEM.	120	<i>Niotha livescens</i> PHIL.	58
<i>Mitra ebenus</i> LAM.	47	<i>Nucula cobboldiae</i> SOM.	180
„ „ <i>var. uniplicata</i> WD.	47	„ <i>insignis</i> AD.	179
„ <i>emmae</i> YOK.	49	„ <i>mirabilis</i> AD. et RVE.	180
„ <i>fusiformis</i> BROD.	47	„ <i>tokyoensis</i> YOK.	181
„ <i>inermis</i> RVE.	49		
„ <i>plicifera</i> YOK.	48	<i>Odostomia hilgendorfi</i> CL.	81
„ <i>pyramidella</i> CERULLI-IRELLI.	47	„ <i>limpida</i> DALL.	82
„ <i>serobiculata</i> BROD.	48	„ <i>sublimpida</i> YOK.	82
<i>Mitrella dunkeri</i> TR.	59	„ <i>takingawensis</i> TOK.	82
<i>Modiola grandis</i> PHIL.	145	<i>Ostrea denselamellosa</i> LKE.	162
„ <i>modiolus</i> L.	145	„ <i>gigas</i> THUNE.	162
<i>Murex inermis</i> SOW.	61	„ <i>laperousii</i> DKR.	162
<i>Myodora fluctuosa</i> GLD.	143	„ <i>musashiana</i> YOK.	163
„ <i>reeviana</i> SM.	143	„ <i>plicata</i> CHEM.	163
„ <i>triangularis</i> AD.	144	„ <i>talienwhanensis</i> CR.	162
<i>Mysia pacifica</i> TOK.	130	„ (<i>Pecten</i>) <i>squamata</i> GM.	151
„ <i>usta</i> GLD.	130		
<i>Mytilus edulis giganteus</i> NORDM.	145	<i>Parallelodon obliquatus</i> YOK.	170
„ <i>giganteus</i> HOLM.	145	<i>Patella (Acmaea) heroldi</i> DKR.	99
„ <i>hirsutus</i> LAM.	144	„ <i>lamanonii</i> SCHR.	101
„ <i>ungulatus</i> LAM.	145	„ <i>pallida</i> GLD.	101
		„ <i>pygmaea</i> DKR.	99
<i>Nassa acutidentata</i> SM.	58	<i>Pecten antonii</i> PHIL.	160
„ <i>cremata</i> HINDS.	58	„ <i>bifidus</i> MENKE.	161
„ <i>dealbata</i> AD.	58	„ <i>cosibensis</i> YOK.	156
„ <i>festiva</i> POW.	57	„ <i>crassicostatus</i> SOW.	153
„ <i>japonica</i> AD.	56	„ <i>distinctus</i> SM.	157
„ <i>kieneri</i> TRYON.	58	„ <i>fumatus</i> RVE.	161
„ <i>lirata</i> DKR.	57	„ <i>intuscostatus</i> YOK.	156
„ <i>livescens</i> PHIL.	58	„ <i>irregularis</i> SOW.	153
„ <i>marginulata</i> LAM.	58	„ <i>islandicus</i> MÜLL.	152
„ <i>tenuis</i> SM.	56	„ <i>laetus</i> GLD.	152

<i>Pecten laqueatus</i> Sow.	160	<i>Puncturella fastigiata</i> AD.	97
„ <i>miurensis</i> Yok.	157	„ <i>subconica</i> Yok.	97
„ <i>naganumanius</i> Yok.	160	<i>Purpura alveolata</i> RVE.	64
„ <i>obsoletus</i> Sow.	155	„ <i>bronni</i> RVE.	63
„ <i>plica</i> L.	158	„ <i>clavigera</i> KÜST.	64
„ <i>squamatus</i> GM.	151	„ <i>hippocastaneum</i> Yok.	64
„ <i>subauriculatus</i> MONT.	150	„ <i>luteostoma</i> CHEM.	63
„ <i>swiftii</i> PORN.	154	„ <i>tumulosa</i> RVE.	64
„ <i>tigerrinus</i> MÜLL.	155	<i>Pyramidella pseudopulchella</i> Yok.	80
„ <i>tigrinus</i> WOOD.	155	„ <i>pulchella</i> AD.	81
„ <i>tokunagai</i> Yok.	158		
„ <i>tokyoensis</i> TOK.	158	<i>Retusa coelata</i> BUSH.	29
„ <i>vesiculosus</i> DKR.	154	„ <i>minima</i> YAM.	26
„ <i>yessoensis</i> JAY.	159	„ <i>ovata</i> JEFFR.	29
<i>Pectunculus mundus</i> Sow.	169	„ <i>phiala</i> AD.	29
„ <i>nipponicus</i> Yok.	168	<i>Ringicula arctata</i> GLD.	31
„ <i>rotundus</i> DKR.	167	„ <i>cason</i> HINDS.	31
„ <i>pilsbryi</i> Yok.	170	„ <i>doliaris</i> GLD.	31
„ <i>yessoensis</i> Sow.	168	„ <i>musashinoensis</i> Yok.	30
<i>Pholadomya hesterna</i> Sow.	107	<i>Rissoina mercurialis</i> WATS.	73
„ <i>japonica</i> Yok.	106	„ <i>submercurialis</i> Yok.	73
<i>Pholas fragilis</i> Sow.	104	„ <i>zeltneri</i> FOLIN.	74
„ <i>globulosa</i> Q. et G.	105	„ <i>zeltnerioides</i> Yok.	73
<i>Pleurotoma benten</i> Yok.	40	<i>Rotella costata</i> LKE.	95
„ <i>braunsi</i> Yok.	40	„ <i>gigantea</i> LKE.	94
„ <i>cosibensis</i> Yok.	38	<i>Rupellaria (Venerupis) irus</i> L.	123
„ <i>deshayesii</i> DKR.	41		
„ <i>glabra</i> Yok.	43	<i>Saxicave fragilis</i> Sow.	106
„ <i>kamakurana</i> PILS.	35	„ <i>orientalis</i> Yok.	106
„ <i>mediocarinata</i> Yok.	36	<i>Saxidomus giganteus</i> MAST.	127
„ <i>miyatensis</i> Yok.	42	„ <i>nuttali</i> CONR.	127
„ <i>nivallioides</i> Yok.	39	„ <i>purpuratus</i> Sow.	127
„ <i>nojimensis</i> Yok.	42	<i>Scalaria densicostata</i> Yok.	79
„ <i>principalis</i> PILS.	36	„ <i>immaculata</i> TOK.	79
„ <i>pseudoprincipalis</i> Yok.	37	„ <i>turricula</i> Sow.	78
„ <i>quantoana</i> Yok.	38	„ <i>turriculoides</i> Yok.	78
„ <i>vertebrata</i> SM.	38	<i>Siphio obesiformis</i> Yok.	52
<i>Polinices ampla</i> PHIL.	78	„ <i>obesus</i> Sow.	52
„ <i>pallidus</i> BR. & Sow.	77	<i>Siphonalia dilatata</i> QUOY.	52
<i>Potamides fluviatilis</i> P. et M.	68	„ <i>fuscolineata</i> PEASE.	54
„ <i>multiformis</i> LKE.	69	„ <i>spadicea</i> RVE.	53
<i>Priene oregonensis</i> REDE.	64	„ <i>stearnsii</i> PILS.	54
<i>Puncturella conica</i> ORB.	97	„ <i>trochulus</i> RVE.	54

<i>Skenea nipponica</i> YOK.	75	<i>Terebratulina quantoensis</i> YOK.	183
„ <i>planorbis</i> FABR.	75	<i>Thylacodes medusae</i> PILS.	71
<i>Solarium lenticulatum</i> YOK.	72	<i>Timoclea</i> (<i>Chione</i> ?) <i>subspadiceum</i>	
<i>Solecurtus abbreviatus</i> GLD.	111	C. & P.	123
„ <i>divaricatus</i> LKE.	112	<i>Trichotropis planicostata</i> YOK.	70
<i>Solen beckii</i> PHIL.	111	<i>Triforis alveolatus</i> AD.	70
„ <i>gordonis</i> YOK.	111	„ <i>cingulatus</i> DKR.	70
<i>Surcula clara</i> MART.	43	„ <i>otsuensis</i> YOK.	69
„ <i>nojimensis</i> YOK.	42	<i>Trigonella</i> (<i>Mactra</i>) <i>veneriformis</i>	
<i>Tapes amabilis</i> PHIL.	126	DESH.	109
„ <i>japonicus</i> DESH.	125	<i>Triton oregonensis</i> REEF.	64
„ <i>philippinarum</i> AD. et RYD.	125	„ <i>pyrum</i> L.	65
„ <i>schnellianus</i> DKR.	126	„ <i>subpyrum</i> YOK.	65
„ <i>variegatus</i> HANL.	125	<i>Tritonium ampullaceum</i> SCHR.	55
<i>Tectura</i> (<i>Aemaea</i>) <i>heroldi</i> DKR.	99	„ <i>cancellatum</i> MID.	64
<i>Tellina dissimilis</i> MART.	116	„ <i>oregonense</i> REEF.	64
„ <i>donacina</i> L.	116	„ <i>viridulum</i> FABR.	45
„ <i>incarnata</i> L.	115	<i>Trochita</i> (<i>Calyptrea</i>) <i>mammilaris</i>	
„ <i>incongrua</i> MART.	117	SOW.	75
„ <i>inquinata</i> DESH.	117	<i>Trochus adamsianus</i> SCHR.	91
„ <i>miyatsensis</i> YOK.	115	„ <i>amussitatus</i> GLD.	85
„ <i>nasuta</i> BRAUNS.	116	„ <i>cinereus</i> COUTH.	91
„ <i>nipponica</i> TOK.	117	„ <i>hilaris</i> LKE.	89
„ <i>nitidula</i> DKR.	112	„ <i>imperialis</i> AD.	92
„ <i>ojiensis</i> TOK.	113	„ <i>umbilicalis</i> BR. et SOW.	91
„ <i>serri-costata</i> TOK.	115	<i>Trophon clavatus</i> SARR.	60
„ <i>vestalioides</i> YOK.	114	„ <i>gracilis</i> ARN.	60
„ <i>vestalis</i> HANL.	114	„ <i>gunneri</i> LOV.	60
<i>Terebra lischkeana</i> DKR.	31	„ <i>inermis</i> SOW.	62
„ <i>naumanni</i> YOK.	32	„ <i>muricatoides</i> YOK.	61
„ <i>recticostata</i> YOK.	32	„ <i>muricatus</i> MONT.	62
„ <i>serotina</i> AD. et RVE.	32	„ <i>multicostatus</i> ESCH.	61
„ <i>tokunagai</i> YOK.	33	„ <i>nipponicus</i> YOK.	61
<i>Terebratella coreanica</i> AD. et RVE.	184	„ <i>scalariformis</i> GLD.	61
„ <i>mariae</i> DAV.	186	„ <i>subclavatus</i> YOK.	60
„ <i>nipponensis</i> YOK.	185	<i>Turbo amussitatus</i> GLD.	85
„ <i>pulvinata</i> GLD.	185	„ <i>cinereus</i> COUTH.	91
„ <i>septata</i> PHIL.	186	„ <i>coreensis</i> RECL.	84
<i>Terebratulina cailliet</i> CR.	182	„ <i>coronatus</i> var. <i>coreensis</i> R.	84
„ <i>caput-serpentis</i> L.	182	„ <i>granulatus</i> GM.	85
„ <i>crossii</i> DAV.	181	<i>Turbonilla adamsi</i> YOK.	83
„ <i>japonica</i> SOW.	183	„ <i>approximata</i> DALL et BART.	84
		„ <i>aulica</i> DALL et BARTSCH.	84

<i>Turbonilla cingulata</i> DKK.	83	<i>Venus indica</i> PFEIFFER. (Tapes). . .	125
„ <i>subapproxinata</i> YOK.	83	„ (<i>Chione isabellina</i> PHIL. . .	121
„ <i>tokunagai</i> YOK.	84	„ <i>jedoensis</i> LKE.	120
„ <i>triarata</i> PILS.	83	„ <i>pacifica</i> DILLW.	120
<i>Turcica imperialis</i> AD.	91	„ <i>philippinarum</i> A & R. (Tapes)	125
<i>Turritella bacillum</i> KIENER.	72	„ <i>scriptus</i> L. (Circe).	123
„ <i>facialis</i> MENKE.	72	„ <i>variegata</i> PF.	125
„ <i>nipponica</i> YOK.	71	<i>Vola</i> (Pecten) <i>laqueata</i> Sow. . . .	160
<i>Tympanotonos fluviatilis</i> P et M. . .	68	<i>Voluta fusiformis</i> BROD.	47
		„ <i>lyriformis</i> KUST.	46
<i>Umbonium costatum</i> VAL.	95	„ <i>megaspira</i> Sow.	46
„ <i>giganteum</i> LKE.	94	<i>Volutharpa ampullacea</i> SCHR. . . .	55
		„ <i>perryi</i> JAY.	55
<i>Veneriardia cipangoana</i> YOK.	137	<i>Volvula acuminata</i> BRUG.	26
„ <i>compressa</i> YOK.	137	„ <i>acuta</i> TOK.	27
„ <i>ferruginea</i> AD.	139	„ <i>oxytata</i> BUSH.	27
„ <i>subaffinis</i> TOURN.	138		
<i>Venerupis insignis</i> DESH.	124	<i>Waldheimia pulvinata</i> GLD.	185
„ <i>irus</i> L.	123	<i>Woodia concentrica</i> YOK.	141
<i>Venus amabilis</i> PHIL. (Tapes). . . .	126	„ <i>digitaria</i> L.	141
„ <i>borealis</i> L. (<i>Lucina</i>)	133	<i>Ziziphinus</i> (<i>Cantharidus</i>) <i>japonicus</i>	
„ <i>chinensis</i> CHEM. (<i>Cyclina</i>). . . .	119	AD.	89
„ <i>decussata</i> SCHR. (Tapes).	125		

Errata.

Page	77, line 14.	Read	Polinices	instead of	Pollinices.
„	83, „ 24.	„	Fig. 18	„ „	Fig. 16.
„	84, „ 9.	„	„ 16	„ „	„ 18.
„	169, „ 9.	„	knee-shaped	„ „	knie-shaped.

M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE I.

Plate I.

- Fig. 1.** *Retusa minima* Yam. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. c. Apical view. Naganuma. p. 26.
- Fig. 2.** *Volvula acuminata* Brug. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. c. Apical view. Yokosuka. p. 36.
- Figs. 3, 8.** *Ringicula musashinoensis* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Naganuma. p. 30.
- Fig. 4.** *Cyliclma musashiensis* Tok. a. Front-view. b. Apical view. Enlarged. Koshiba. p. 27.
- Fig. 5.** *Cyliclma braunsi* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Apical view. Naganuma. p. 28.
- Fig. 6.** *Cyliclma sibaensis* Yam. Enlarged. a. Front-view. b. Apical view. Mukai-batake in Kami-Miyata. p. 28.
- Fig. 7.** *Cyliclma yamakawai* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. c. Apical view. d. A part of the surface specially enlarged. Yokosuka. p. 29.
- Fig. 9.** *Cyliclma orientalis* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. c. Apical view. Koshiba. p. 30.
- Fig. 10.** *Terebra lischkeana* Dkr. a. Front-view. b. Back-view. c. A part enlarged. Kami-Miyata. p. 31.
- Fig. 11.** *Terebra recticostata* Yok. a. Front-view. b. Back-view. Naganuma. p. 32.
- Fig. 12.** *Terebra naumanni* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Naganuma. p. 32.
- Fig. 13.** *Terebra tokunagai* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Naganuma. p. 33.
- Fig. 14.** *Conus sieboldi* Reeve. Front-view. Koshiba. p. 34.
- Figs. 15, 16.** *Conus tuberculatus* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. c. Apical view. Koshiba. p. 34.
- Fig. 17.** *Pleurotoma kamakurana* Pils. a. Front-view. b. Back-view. Koshiba. p. 35.
- Fig. 18.** *Pleurotoma mediocarinata* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. side-view. Nojima. p. 36.
- Fig. 19.** *Pleurotoma* (*Surecula* ?) *nojimensis* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. side-view. Nojima. p. 42.
- Fig. 20.** *Pleurotoma* (*Drillia*) *principalis* Pils. a. Front-view. b. Side-view. Naganuma. p. 36.
- Fig. 21.** *Pleurotoma* (*Drillia*) *pseudoprincipalis* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. c. Side-view. Naganuma. p. 37.
- Fig. 22.** *Pleurotoma* (*Drillia*) *quantoana* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Side-view. Naganuma. p. 38.
- Fig. 23.** *Pleurotoma* (*Drillia*) *benten* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Side-view. Naganuma. p. 40.
- Fig. 24.** *Pleurotoma* (*Mangilia*) *deshayesii* Dkr. Enlarged. a. Front-view. b. Side-view. c. Side-view. Koshiba. p. 41.
- Fig. 25.** *Pleurotoma* (*Drillia*) *braunsi* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. c. Side-view. Koshiba. p. 40.
- Fig. 26.** *Pleurotoma* (*Drillia*) *cosibensis* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. c. Side-view. Koshiba. p. 38.
- Fig. 27.** *Pleurotoma* (*Drillia*) *nivalioides* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Koshiba. p. 39.



M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE II.

Plate II.

- Fig. 1.** *Pleurotoma* (Bela?) *glabra* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view.
c. Side-view. Koshiba. p. 43.
- Fig. 2.** *Cancellaria* *spengleriana* Desh. a. Front-view. b. Back-view. Naganuma.
- Fig. 3.** " " " " " " " " Otsu. p. 44.
- Fig. 4.** *Mitra ebenus* Lam. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Koshiba. p. 47.
- Fig. 5.** *Admete viridula* Fabr. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Koshiba.
p. 45.
- Fig. 6.** *Mitra fusiformis* Broc. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Koshiba.
p. 47.
- Fig. 7.** *Fusus niponicus* Smith. Enlarged. Front-view. Shimo-Miyata. p. 49.
- Fig. 8.** *Chrysodomus phoeniceus* Dall. Back-view, Intermediate form. Koshiba.
- Fig. 9.** " " " a. Front-view. b. Back-view. Rounded
form. Koshiba. p. 50.
- Fig. 10.** " " " " " " " " Angulated
form. Koshiba. p. 50.
- Fig. 11.** *Buccinum leucostoma* Lke. Front-view. Nojima. p. 55.
- Fig. 12.** *Siphonalia dilatata* Quoy. Front-view. Shimo-Miyata. p. 52.
- Fig. 13.** *Sipho obesiformis* Yok. a. Front-view. b. Back-view. Naganuma. p. 52.
- Fig. 14.** *Siphonalia trochulus* Reeve. Front-view. Naganuma. p. 54.
- Fig. 15.** *Siphonalia fuscolineata* Pease. Front-view. Naganuma. p. 54.
- Fig. 16.** *Mitra plicifera* Yok. a. Front-view. b. Back-view. Koshiba. p. 48.
- Fig. 17.** *Fusus perplexus* Rve. Front-view. Naganuma. p. 50.
- Fig. 18.** *Voluta megaspira* Low. a. Front-view. b. Back-view. Koshiba. p. 46.



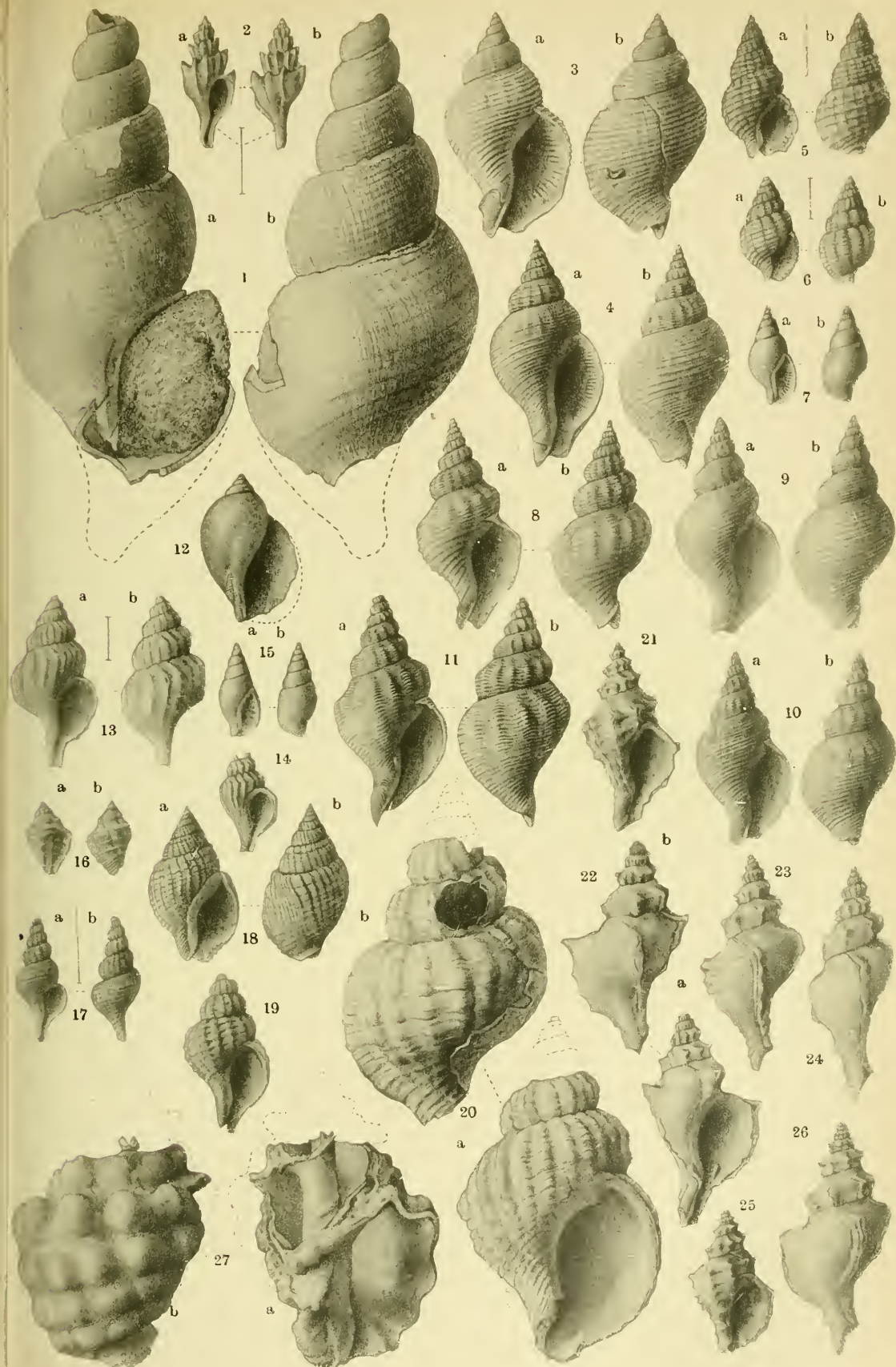
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE III.

Plate III.

- Fig. 1. *Chrysodomus schrencki* Yok. a. Front-view, b. Back-view. Koshiha. p. 51.
- Fig. 2. *Trophon subelavatus* Yok. Enlarged. a. Front-view, b. Back-view. Shimo-Miyata. p. 60.
- Figs. 3, 4. *Siphonalia stearnsii* Pils. a. Front-view, b. Back-view. Naganuma. p. 54.
- Fig. 5. *Nassa* (*Hima*) *japonica*. Enlarged. a. Front-view, b. Back-view. Yokosuka. p. 56.
- Fig. 6. *Nassa* (*Hima*) *festiva*. Enlarged. a. Front-view, b. Back-view. Kami-Miyata. p. 57.
- Fig. 7. *Columbella* (*Atilia*) *burchardi* Dkr. a. Front-view, b. Back-view. Yokosuka. p. 59.
- Figs. 8, 9. *Siphonalia spadicea*. a. Front-view, b. Back-view. Shimo-Miyata. p. 53.
- Fig. 10. " " " " " " Otsu.
- Fig. 11. " " " " " " Motowada.
- Fig. 12. *Volutharpa perryi* Jay. Front-view. Shimo-Miyata. p. 55.
- Fig. 13. *Trophon nipponicus* Yok. Enlarged. a. Front-view, b. Back-view. Koshiha.
- Fig. 14. " " " Front-view. Teramae. p. 61.
- Fig. 15. *Columbella* (*Mitrella*) *dunkeri* Tr. a. Front-view, b. Back-view. Yokosuka. p. 59.
- Fig. 16. *Purpura alveolata* Rve. Young specimen. a. Front-view, b. Back-view. Naganuma. p. 64.
- Fig. 17. *Trophon muricatoides* Yok. Enlarged. a. Front-view, b. Back-view. Kami-Miyata. p. 61.
- Fig. 18. *Nassa* (*Niotha*) *livescens* Phil. a. Front-view, b. Back-view. Shimo-Miyata. p. 58.
- Fig. 19. *Triton* (*Priene*) *oregonensis* Reelf. Young specimen. Front-view. Koshiha. p. 64.
- Fig. 20. " " " " Full-grown spec. a. Front-view b. Back-view. Koshiha.
- Fig. 21. *Trophon inermis* Sow. Form with many varices and distinct spiral threads. Front-view. Koshiha. p. 62.
- Fig. 22. " " " Broad form with a few varices and obsolete spiral threads. a. Front-view, b. Back-view. Koshiha.
- Fig. 23. " " " Form intermediate in breadth. Varices not many and spiral threads indistinct. Koshiha.
- Fig. 24. " " " Slender form. Spiral threads indistinct. Koshiha.
- Fig. 25. " " " Varices many, spiral threads very distinct. Koshiha.
- Fig. 26. " " " Broad form. Varices prominent, but not many. Spiral threads indistinct. Koshiha. p. 62.
- Fig. 27. *Purpura luteostoma* Chem. a. Front-view, b. Back-view. Otsu. p. 63.





M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE IV.

Plate IV.

- Fig. 1. *Polinices pallidus* Brod. et Sow. a. Back-view. b. Front-view. Koshiba. p. 77.
- Fig. 2. *Dolium luteostomum* Küst. a. Back-view. b. Front-view. Motowada. p. 66.
- Figs. 3, 4. *Triton subpyrum* Yok. 3a. Back-view. 3b. Front-view of a perfect specimen from Matsune near Ninomiya in Sagami. 4. Fragment from Naganuma. p. 65.
- Fig. 5. *Calyptraea mammilaris* Brod. a. View from above. b. View from below. c. View from side. Kami-Miyata. p. 75.
- Fig. 6. *Trichotropis planicostata* Yok. Enlarged. Koshiba. p. 70.
- Fig. 7. *Thylacodes medusae* Pils. Shimo-Miyata. p. 71.
- Fig. 8. *Bittium binodulosum* Yok. Enlarged. Yokosuka. p. 68.
- Fig. 9. *Potamides multiformis* Lke. a. Front-view. b. Back-view. Otsu. p. 69.
- Fig. 10. *Cerithium kobelti* Dkr. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Otsu. p. 66.
- Fig. 11. *Triforis otsuensis* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Otsu. p. 69.
- Fig. 12. *Fenella orientalis* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Yokosuka. p. 74.
- Fig. 13. *Bittium perpusillum* Dkr. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Yokosuka. p. 67.
- Fig. 14. *Potamides fluviatilis* Pot. et Mich. a. Front-view. b. Back-view. Otsu. p. 68.
- Fig. 15. *Rissoina submerculialis* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Yokosuka. p. 73.
- Figs. 16, 17, 18, 19. *Turritella nipponica* Yok. 16. Koshiba. 17. Nojima. 18. Kanazawa. 19. Kami-Miyata. p. 71.
- Fig. 20. *Rissoina zeltnerioides* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Yokosuka. p. 73.
- Fig. 21. *Solarium lenticulatum* Yok. Enlarged. a. Side-view. b. Base-view. Koshiba. p. 72.
- Figs. 22, 23. *Crepidula orbella* Yok. Enlarged. a. Inside-view. b. Outside-view. c. Side-view. Naganuma. p. 76.



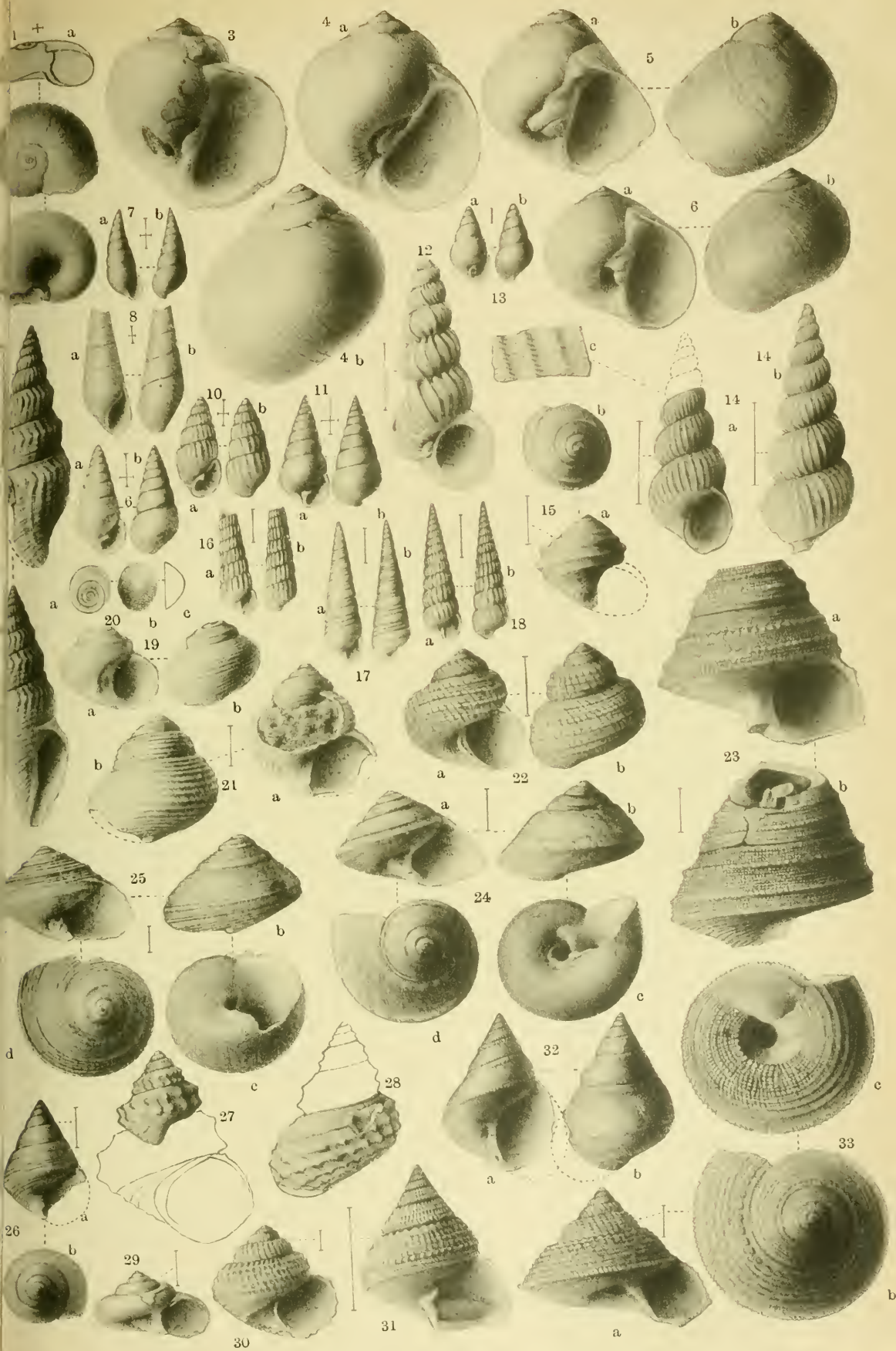
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE V.

Plate V.

- Fig. 1. *Skenea nipponica* Yok. Enlarged. a. Front. b. From above. c. From below. Otsu. p. 75.
- Fig. 2. *Pleurotoma* (*Mangilia*) *miyatensis* Yok. Enlarged. a. Front. b. Side-view. Shimo-Miyata. p. 42.
- Figs. 3, 4. *Natica janthostoma* Desh. 3. Koshiha. 4. Naganuma. a. Front. b. Back. p. 76.
- Figs. 5, 6. *Polinices ampla* Phil. 5. With a large umbilical lobe. 6. With a small lobe. a. Front. b. Back. Naganuma. p. 77.
- Fig. 7. *Eulima* (*Leiostraca*) *yokoskensis* Yok. Enlarged. a. Front. b. Back. Yokosuka. p. 79.
- Fig. 8. *Eulima* (*Leiostraca*) *sagamiana* Yok. Enlarged. a. Front. b. Back. Naganuma. p. 80.
- Fig. 9. (Falsely printed 6 on the plate, left, a little above middle) *Odostomia* (*Odostomia*) *hilgendorfi* Clessin. Enlarged. a. Front. b. Back. Naganuma. p. 81.
- Fig. 10. *Odostomia* (*Parthenina*) *takinogawensis* Tok. Enlarged. a. Front. b. Back. Naganuma. p. 82.
- Fig. 11. *Pyramidella* (*Tiberia*) *pseudopulchella* Yok. Enlarged. a. Front. b. Back. Naganuma. p. 80.
- Fig. 12. *Scalaria turriculoides* Yok. Magnified. Koshiha. p. 78.
- Fig. 13. *Odostomia* (*Odostomia*) *sublimpida* Kok. Enlarged. a. Front. b. Back. Ōkine. p. 82.
- Fig. 14. *Scalaria* (*Acrilla*) *densicostata* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. c. Portion of surface strongly enlarged. Koshiha. p. 79.
- Fig. 15. *Leptothyra* cf. *paucicostata* Dall. Enlarged. a. Front. b. From above. Otsu. p. 86.
- Fig. 16. *Turbonilla* (*Chemnitzia*) *subapproxinata* Yok. Enlarged. a. Front. b. Back. Naganuma. (Not fig. 18 as in text). p. 84.
- Fig. 17. *Turbonilla* (*Cingulina*) *adamsi* Yok. Enlarged. a. Front. b. Back. Naganuma. p. 83.
- Fig. 18. *Turbonilla* (*Mormula*) *tokunagai* Yok. Enlarged. a. Front. b. Back. Otsu. (Not fig. 16 as in text). p. 83.
- Figs. 19, 20. *Turbo* (*Marmorostoma*) *corensis* Recl. 19a. Front-view. 19b. Back-view. 20 a, b, c. Different views of operculum. Yokosuka. p. 84.
- Fig. 21. *Leptothyra amussitata* Gould. Enlarged. a. Front. b. Back. Shimo-Miyata. p. 85.
- Fig. 22. *Leptothyra purpurescens* Dkr. Enlarged. a. Front. b. Back. Shimo-Miyata. p. 86.
- Fig. 23. *Calliostoma cipangoanum* Yok. Enlarged. a. Front. b. Back. Yokosuka. p. 93.
- Fig. 24. *Chlorostoma quantoanum* Yok. Enlarged. a. Front. b. Back. c. From below. d. From above. Yokosuka. p. 88.
- Fig. 25. *Chlorostoma tokunagai* Yok. Enlarged. a. Front. b. Back. c. From below. d. From above. Yokosuka. p. 88.
- Fig. 26. *Cantharidus japonicus* Adams. Enlarged. a. Front. b. From above. Otsu. p. 89.
- Figs. 27, 28. *Bembix crumpii* Pils. 27. Kamakura. 28. Teramae (Kanazawa Zone) p. 90.
- Fig. 29. *Margarita umbilicalis* Brod. et Sow. Enlarged. Kami-Miyata. p. 91.
- Fig. 30. *Margarita cinerea* Conth. Enlarged. Kami-Miyata. p. 91.
- Fig. 31. *Turcica imperialis* Adams. Enlarged. Shimo-Miyata. p. 92.
- Fig. 32. *Bembix convexiusculus* Yok. a. Front-view. b. Back-view. Kamakura. p. 90.
- Fig. 33. *Chlorostoma miyatense* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. View from above. c. View from below. Shimo-Miyata. p. 87.





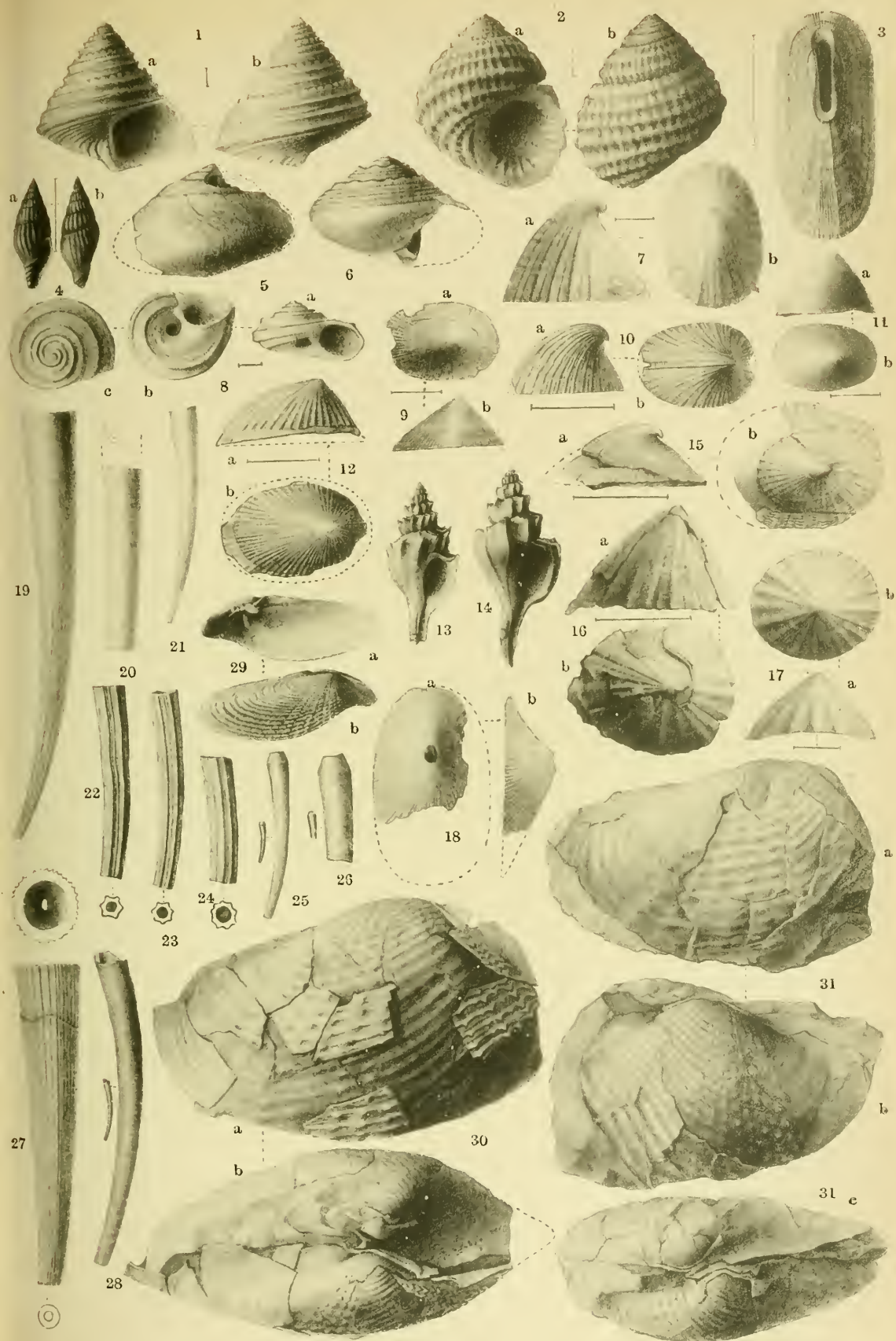
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE VI.

Plate VI.

- Fig. 1. *Calliostoma sagamiannum* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Naganuma. p. 93.
- Fig. 2. *Euchelus fenestratus* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Yokosuka. p. 94.
- Fig. 3. *Macroschisma sinensis* A. Ad. Enlarged. View from above. Otsu. p. 96.
- Fig. 4. *Mitra emmae* Yok. Enlarged. a. Front-view. b. Back-view. Shimo-Miyata. p. 49.
- Fig. 5. *Umbonium giganteum* Less. Back-view. Naganuma. p. 94.
- Fig. 6. *Umbonium costatum* Val. Front-view. Naganuma. p. 95.
- Fig. 7. *Puncturella subconica* Yok. Enlarged. a. Side-view. b. From above. Koshiha. p. 97.
- Fig. 8. *Cyclostrema duplicatum* Lke. Enlarged. a. Front-view. b. View from below. c. View from above. Naganuma. p. 95.
- Fig. 9. *Acmaea kuragiensis* Yok. Enlarged. a. From above. b. From side. Koshiha. p. 100.
- Fig. 10. *Emarginula fragilis* Yok. Enlarged. a. Side-view. b. From above. Shimo-Miyata. b. 98.
- Fig. 11. *Acmaea nojimensis* Yok. Enlarged. a. From side. b. From above. Nojima. p. 100.
- Fig. 12. *Acmaea heroldi* Dkr. Enlarged. a. From above. b. From side. Otsu. p. 99.
- Figs. 13, 14. *Trophon subelavatus* Yok. Front-views. Shimo-Miyata.
- Fig. 15. *Emarginula* sp. Enlarged. a. From side. b. From above. Koshiha. p. 99.
- Fig. 16, 17. *Helcioniscus pallidus* Gld. a. Side-views. b. From above. Koshiha. p. 101.
- Fig. 18. *Fissuridea* cf. *tamerei* Verr. a. From above. b. From side. Koshiha. p. 96.
- Figs. 19, 20, 21. *Dentalium weinkauffii* Dkr. 21. Young specimen. Shimo-Miyata. p. 102.
- Figs. 22, 23, 24. *Dentalium octogonum* Lam. Naganuma. p. 103.
- Figs. 25, 26. *Cadulus gordonis* Yok. Right-hand figures enlarged. 25. Okine. 26. Naganuma. p. 104.
- Fig. 27. *Dentalium complexum* Dall. Koshiha. p. 101.
- Fig. 28. *Dentalium edoense* Tok. Okine. Right-hand figure enlarged. p. 103.
- Fig. 29. *Pholas fragilis* Sow. Right valve. a. Inside. b. Outside. Otsu. p. 104.
- Figs. 30, 31. *Pholadomya japonica* Yok. a. Right valves. 31 b. Left-valve. 30 b. 31 c. Views from above. Naganuma. p. 106.





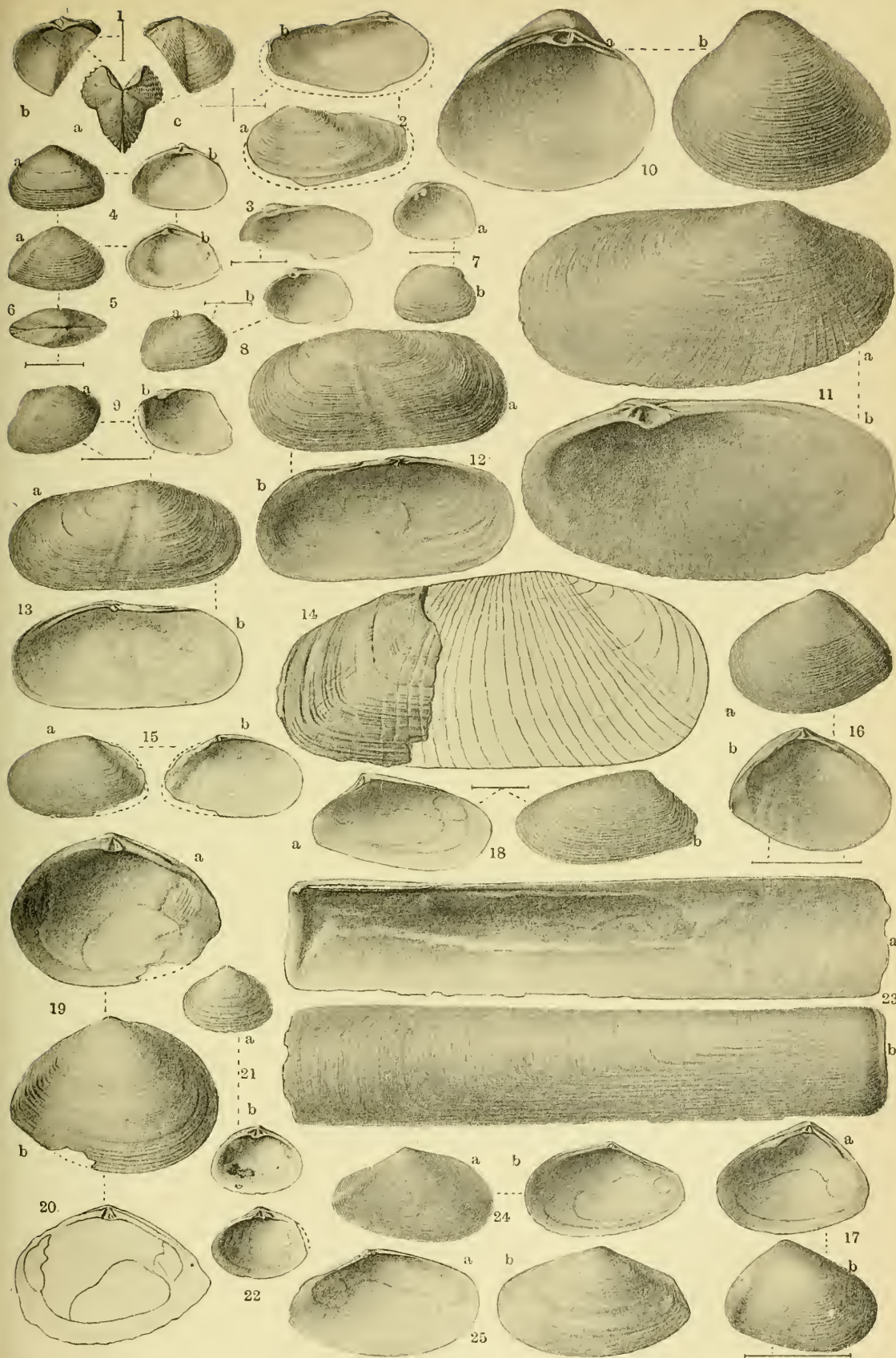
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE VII.

Plate VII.

- Fig. 1.** *Jouannetia japonica* Yok. Enlarged. a. View from above. b. Left valve, inside. c. Do, outside. Otsu. p. 105.
- Figs. 2, 3.** *Saxicava orientalis* Yok. Enlarged. 2. a. b. Left valve. 3. Right valve. Otsu. p. 106.
- Figs. 4, 5, 6.** *Corbula venusta* Gld. Enlarged. 4. a. b. Left valve. 5. a. b. Right valve. 6. View from above. Yokosuka. p. 107.
- Fig. 7.** *Basterotia gouldii* Ad. Enlarged. a. Inside of right valve. b. Outside of the same. Otsu. p. 108.
- Figs. 8, 9.** *Basterotia trapezium* Yok. Enlarged. 8. a. b. Right valve. 9. a. b. Left valve. Otsu. p. 108.
- Fig. 10.** *Maetra veneriformis* Desh. Left valve. a. Inside. b. Outside. Otsu. p. 109.
- Fig. 11.** *Lutraria radiata* Yok. Right valve. a. Outside. b. Inside. Naganuma. p. 110.
- Figs. 12, 13.** *Solecurtus abbreviatus* Gld. 12. a. b. Left valve. 13. a. b. Right valve. Naganuma. p. 111.
- Fig. 14.** *Solecurtus divaricatus* Lke. Right valve. Otsu. p. 112.
- Fig. 15.** *Tellina nitidula* Dkr. Left valve. a. Outside. b. Inside. Okine. p. 112.
- Figs. 16, 17.** *Tellina ojiensis* Tok. Enlarged. 16. a. b. Left valve. 17. a. b. Right valve. Naganuma. p. 113.
- Fig. 18.** *Tellina miyatensis* Yok. Enlarged. Right valve. a. Inside. b. Outside. Kami-Miyata. p. 115.
- Figs. 19, 20.** *Macoma dissimilis* Mart. 19. a. b. Right valve. 20. Right valve having a somewhat larger sinus. Otsu. p. 116.
- Figs. 21, 22.** *Ervilia otsuensis* Yok. 21. a. b. Left valve. 22. Right valve. Otsu. p. 109.
- Fig. 23.** *Solen gordonis* Yok. Right valve. a. Inside. b. Outside. Shimo-Miyata. p. 111.
- Fig. 24.** *Tellina serri-costata* Tok. Right valve. a. Outside. b. Inside. Kami-Miyata. p. 115.
- Fig. 25.** *Tellina vestalioides* Yok. Left valve. a. Inside. b. Outside. Naganuma. p. 114.



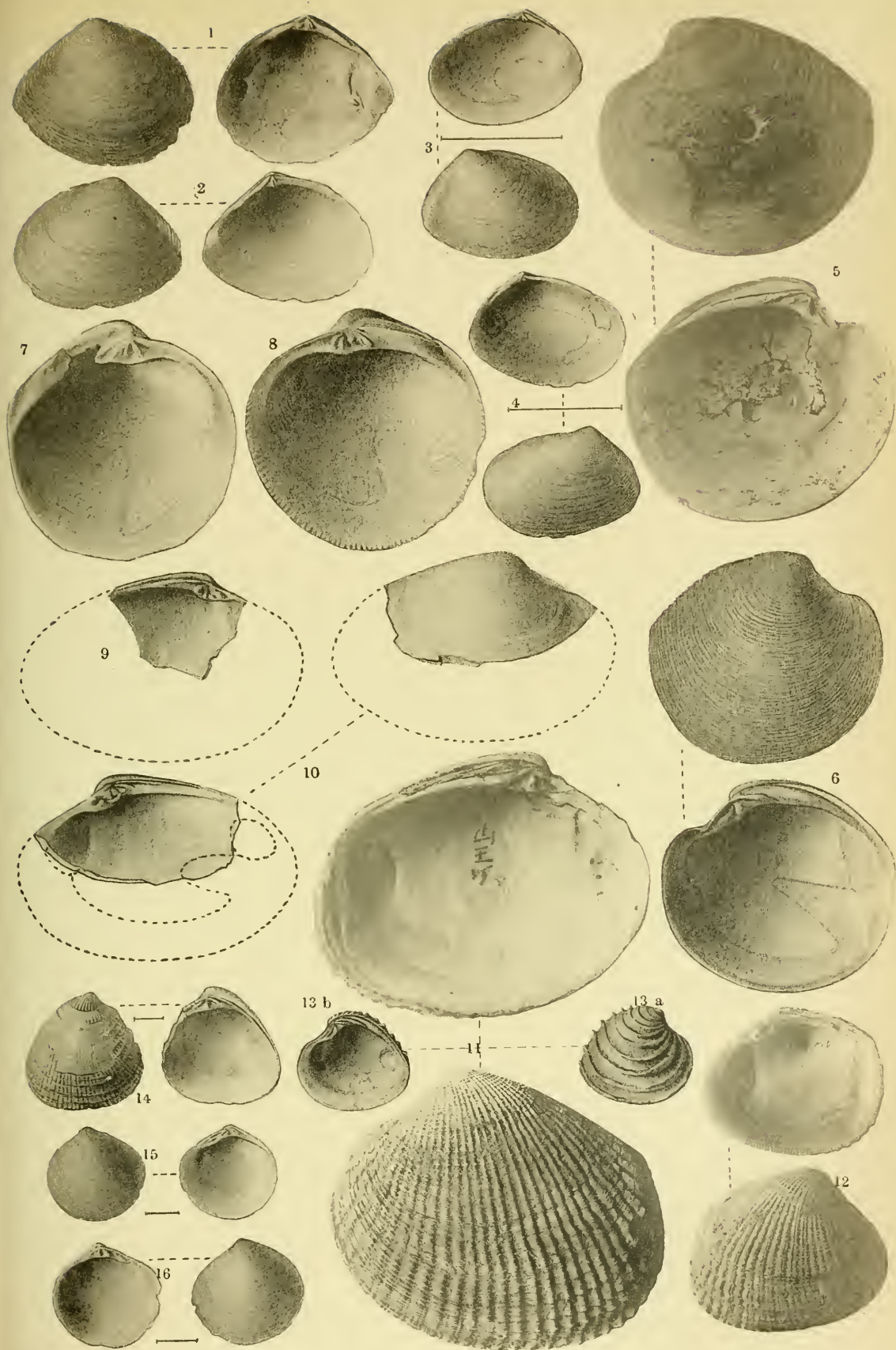
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE VIII.

Plate VIII.

- Figs. 1, 2.** *Macoma inquinata* Desh. 1. a. b. Right valve. 2. Left valve of a different individual. Okine. p. 117.
- Figs. 3, 4.** *Macoma nipponica* Tok. Somewhat enlarged. 3. Right valve. 4. Left valve of a different individual. Okine. p. 117.
- Figs. 5, 6.** *Dosinia troscheli* Lke. 5. Left valve. Okine. 6. Right valve. Shimo-Miyata. p. 119.
- Figs. 7, 8.** *Cyclina chinensis* Chem. 7. Left valve (much worn). 8. Right valve of a different individual. Otsu. p. 119.
- Figs. 9, 10.** *Meretrix chinensis* Chem. 9. Left valve (fragment). 10. Two views of a right valve (fragment). Naganuma. p. 120.
- Figs. 11, 12.** *Venus jedoensis* Lke. 11. Left valve. 12. Right valve of a smaller individual. Yokosuka. p. 120.
- Fig. 13.** a. b. *Chione isabellina* Phil. Right valve. Naganuma. p. 121.
- Fig. 14.** *Chione minuta* Yok. Enlarged. Right valve. Naganuma. p. 122.
- Figs. 15, 16.** *Circe scripta* L. Enlarged. 15. Right valve. 16. Left valve of a larger individual. Naganuma. p. 123.



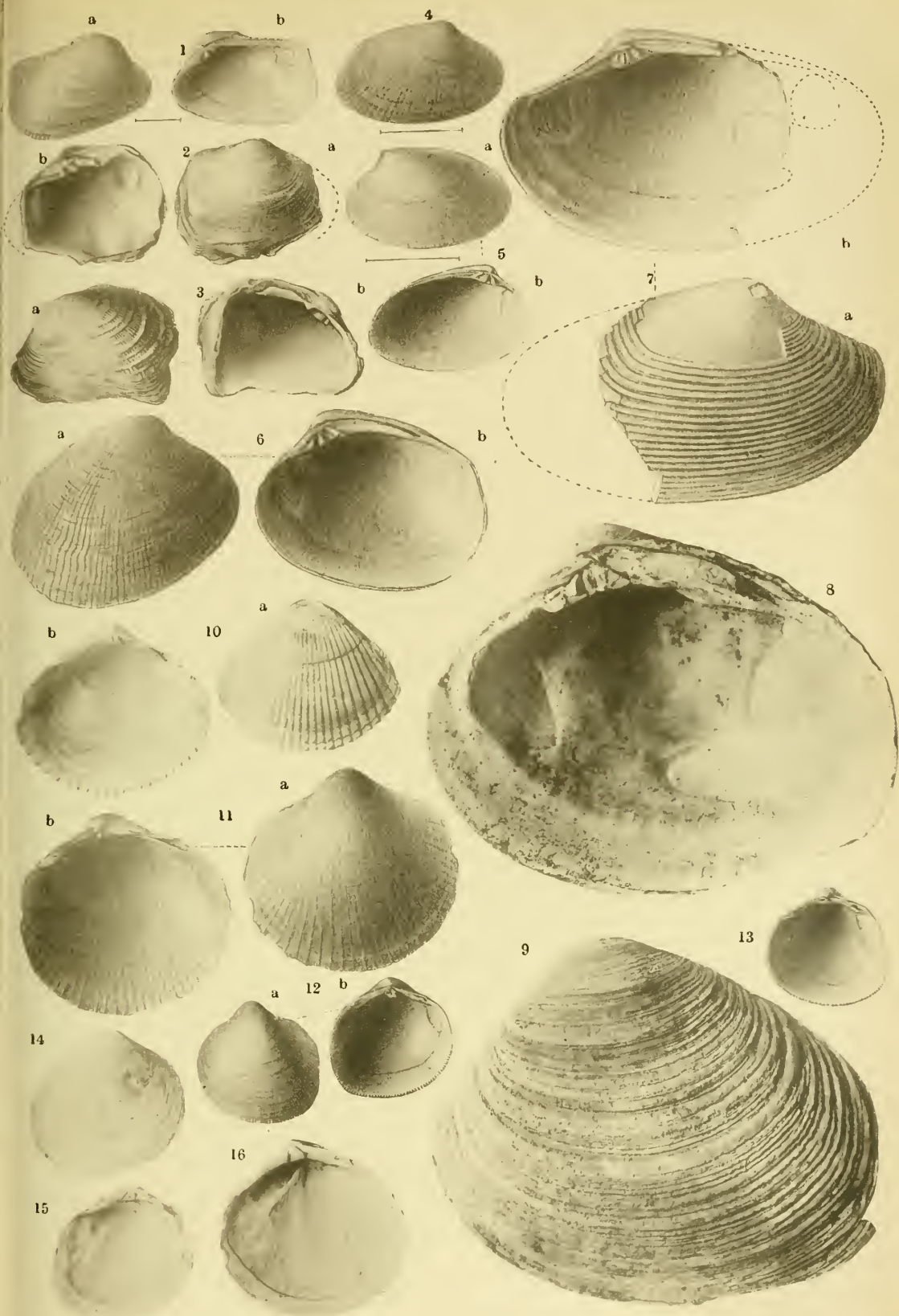
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE IX.

Plate IX.

- Fig. 1.** *Venerupis irus* L. Enlarged. Right-valve. a. Outer view. b. Inner view. Yokosuka. p. 123.
- Figs. 2, 3.** *Venerupis insignis* Desh. 2. Right-valve. Otsu. 3. Left valve. Yokosuka. a. Outside. b. Inside. p. 124.
- Figs. 4, 5.** *Tapes variegatus* Hanl. Magnified. 4. Right valve. 5. a. b. Left valve. Kami-Miyata. p. 125.
- Fig. 6.** *Tapes philippinarum* Ad. et Rve. Right valve. a. Outside. b. Inside. Otsu. p. 125.
- Fig. 7.** *Tapes amabilis* Phil. Right valve. a. Outside. b. Inside. Naganuma. p. 126.
- Figs. 8, 9.** *Saxidomus purpuratus* Sow. 8. Right valve. 9. Left valve. Yokosuka. p. 127.
- Fig. 10.** *Cardium californiense* Desh. Left valve. a. Outside (somewhat reduced). b. Inside. Kami-Miyata. p. 127.
- Fig. 11.** *Cardium muticum* Rve. Right valve. a. Outside. b. Inside. Okino. p. 128.
- Figs. 12, 13.** *Cardium modestum* Ad. et Rve. 12. a. b. Left valve. 13. Right valve. Koshiba. p. 126.
- Figs. 14, 15, 16.** *Diplodonta usta* Conr. 14. Right valve. 15. Left valve. 16. Right valve. Kami-Miyata. p. 130.





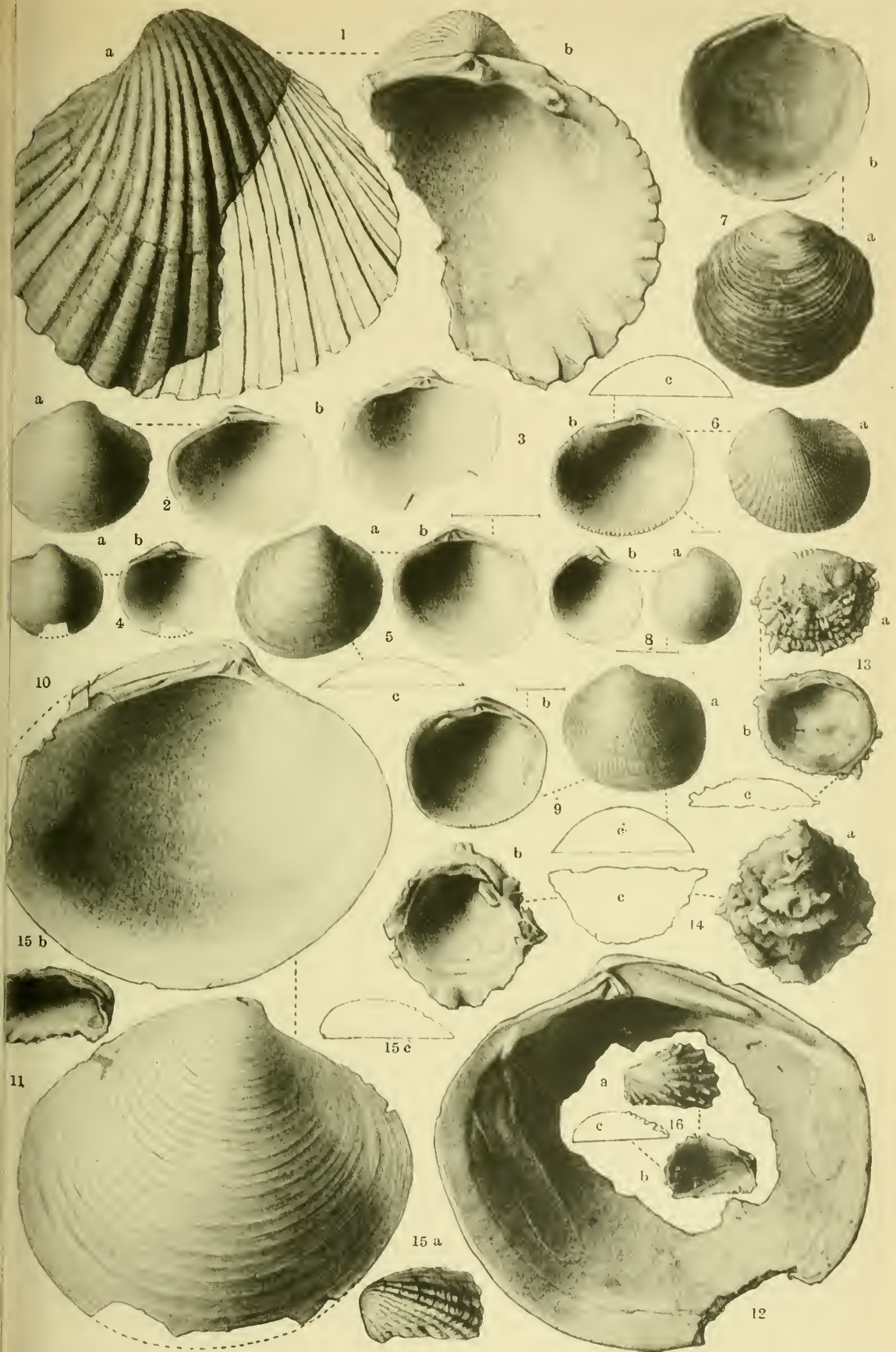
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE X.

Plate X.

- Fig. 1.** *Cardium braunsi* Tok. Left valve. a. Outside. b. Inside. Kami-Miyata. p. 129.
- Figs. 2, 3.** *Diplodonta semiaspera* Phil. 2. Right valve. a. Outside. b. Inside. 3. Left valve. Koshiba. p. 131.
- Fig. 4.** *Diplodonta japonica* Pilsb. Left valve. a. Outside. b. Inside. Naganuma. p. 131.
- Fig. 5.** *Diplodonta gouldi* Yok. Enlarged. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Kami-Miyata. p. 132.
- Fig. 6.** *Lucina pisidium* Dkr. Enlarged. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Shimo-Miyata. p. 132.
- Fig. 7.** *Lucina borealis* L. Left valve. a. Outside. b. Inside. Yokosuka. p. 133.
- Fig. 8.** *Lucina contraria* Dkr. Enlarged. Left valve. a. Outside. Inside. Shimo-Miyata. p. 134.
- Fig. 9.** *Lucina yamakawai* Yok. Enlarged. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Shimo-Miyata. p. 135.
- Figs. 10, 11, 12.** *Lucina spectabilis* Yok. 10. Left valve. 11. Right valve. 12. Left valve. a. little more rounded and showing the anterior muscular impression. Koshiba. p. 134.
- Figs. 13, 14.** *Chama semipurpurata* Lke. 13. Lower valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. 14. Upper valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Kami-Miyata. p. 136.
- Fig. 15.** *Cardita cumingiana* Dkr. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Yokosuka. y. 137.
- Fig. 16.** *Cardita variegata* Brug. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Shimo-Miyata. p. 136.



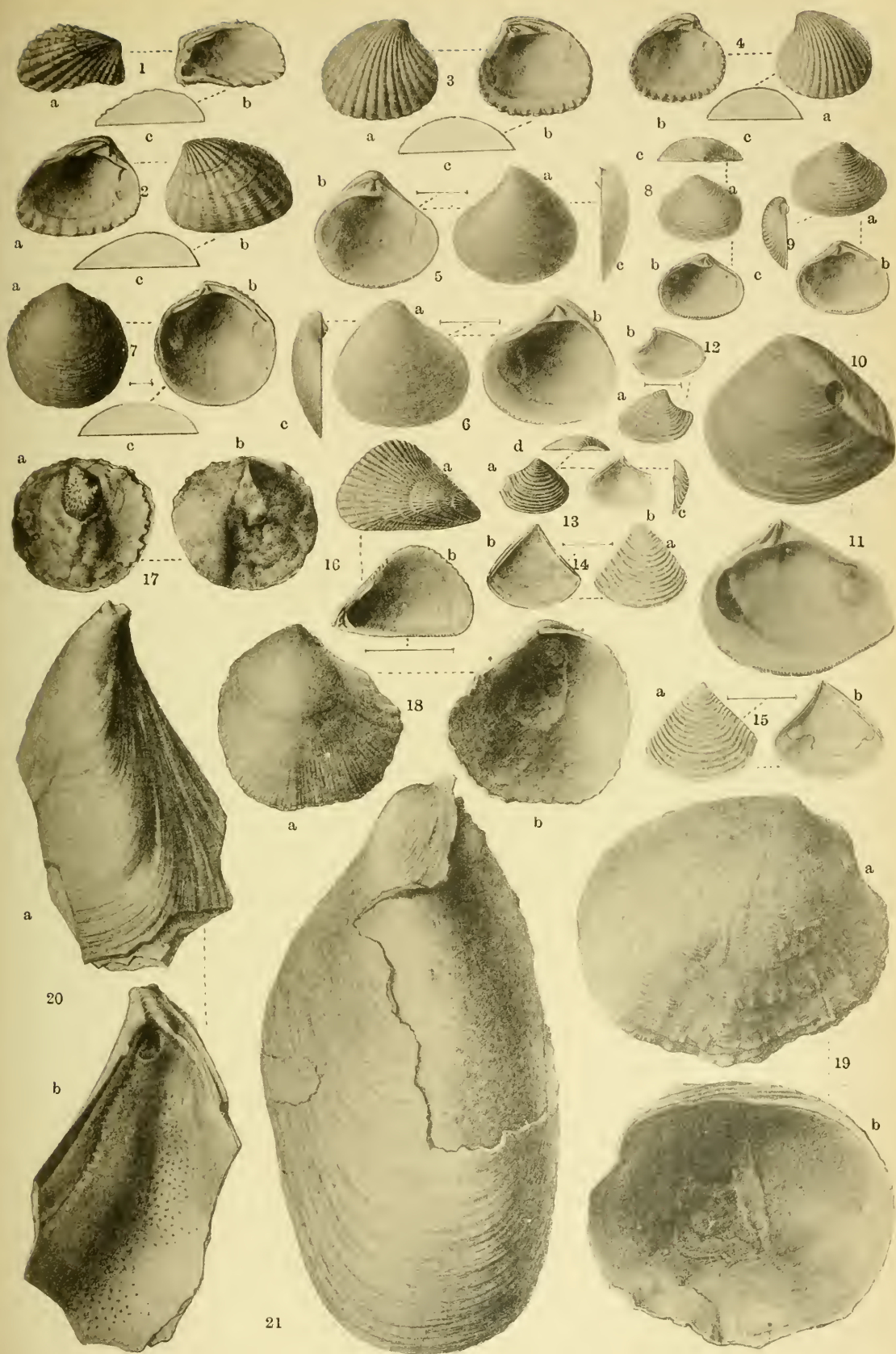
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE XI.

Plate XI.

- Fig. 1.** *Cardita cumingiana* Dkr. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Yokosuka. p. 137.
- Fig. 2.** *Venericardia cipangoana* Yok. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Naganuma. p. 137.
- Figs. 3, 4.** *Venericardia ferruginea* Ad. 3. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. 4. Left valve. a, b, c. Outside, inside depth respectively. Kikkōsan. p. 139.
- Figs. 5, 6.** *Astarte hakodatensis* Yok. Enlarged. 5. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. View from front. 6. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. From front. Koshiha. p. 140.
- Fig. 7.** *Woodia concentrica* Yok. Enlarged. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Naganuma. p. 141.
- Figs. 8, 9.** *Crassatella oblongata* Yok. 8. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. Seen from above. 9. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. From front. Koshiha. p. 142.
- Figs. 10, 11.** *Crassatella heteroglypta* Pilsb. 10. Left valve, outside. 11. Right valve, inside. Naganuma. p. 141.
- Figs. 12, 13.** *Myodora reeviana* Sm. Enlarged. 12. Left valve. a. Outside. b. Inside. Motowada. 13. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. From behind. d. From above. Koshiha. p. 143.
- Figs. 14, 15.** *Myodora triangularis* Ad. Enlarged. 14. Right valve. a. Outside. b. Inside. 15. Left valve. a. Outside. b. Inside. Naganuma. p. 144.
- Fig. 16.** *Mytilus hirsutus* Lam. Enlarged. Right valve. a. Outside. b. Inside. Yokosuka. p. 144.
- Fig. 17.** *Anomia cytaeum* Gray. var. a. Right valve, outside. b. Left valve, outside. Koshiha. p. 146.
- Figs. 18, 19.** *Anomia nipponensis* Yok. Left valves. a. Outside. b. Inside. 18. Motowada. 19. Naganuma (ribs less and coarse). p. 146.
- Fig. 20.** *Mytilus giganteus* Holmb. Fragment. a. Outside. b. Inside. Yokosuka. p. 145.
- Fig. 21.** *Modiola modiolus* L. Right valve, outside. Shimo-Miyata. p. 145.



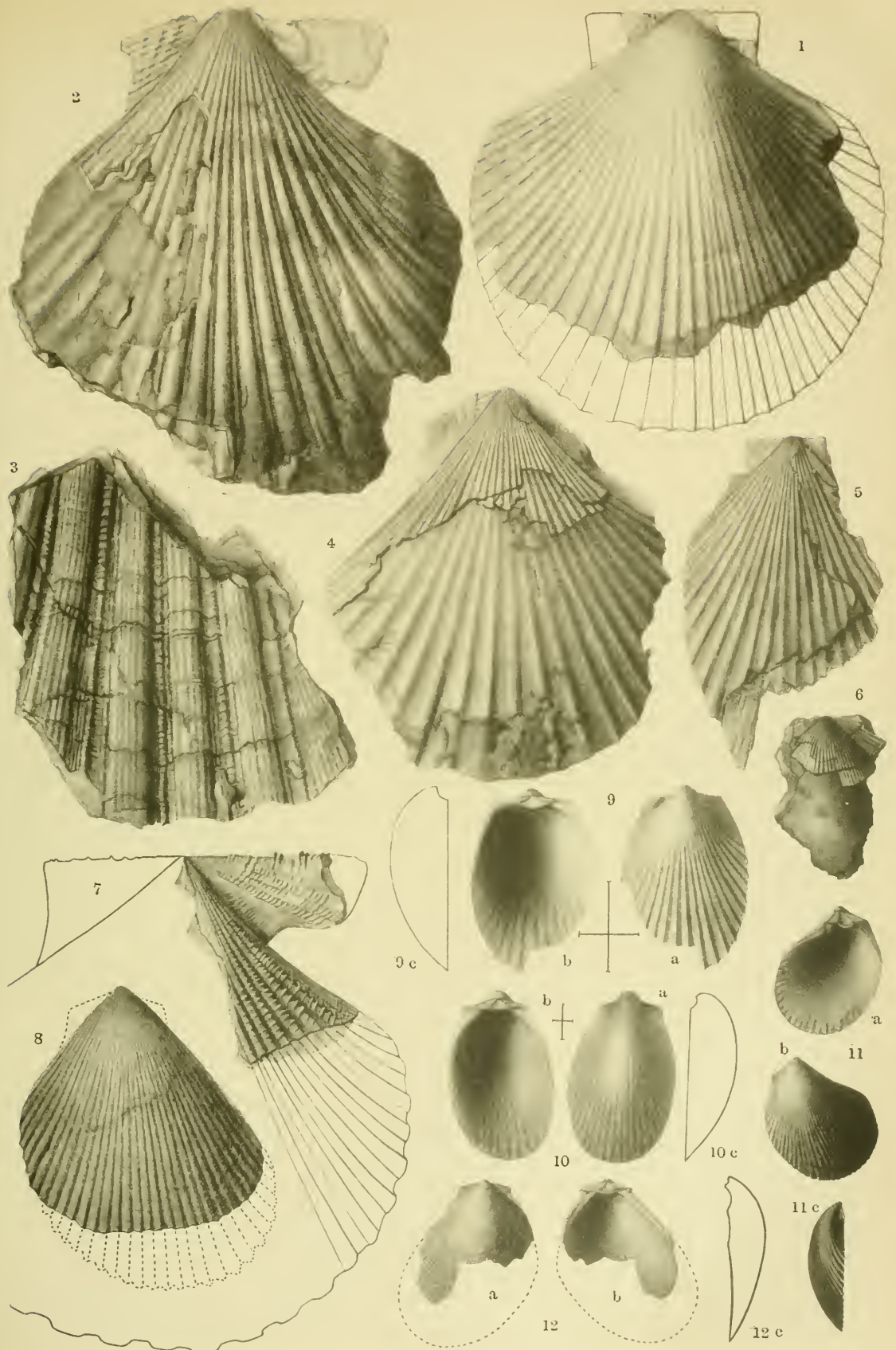
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE XII.

Plate XII.

- Fig. 1. *Pecten tokunagai* Yok. Right ? valve. Koshiha. p. 158.
- Figs. 2-6. *Pecten miurensis* Yok. 2. Right valve. 3. A part of a large specimen.
4-6. Left valves. Zushi. p. 157.
- Fig. 7. *Pecten crassicostatus* Sow. A fragment of right valve. Naganuma. p. 158.
- Fig. 8. *Lima zushiensis* Yok. Left valve. Zushi. p. 148.
- Fig. 9. *Lima japonica* Adams. Enlarged. Left valve, a, b, c showing its different views. Nojima. p. 149.
- Fig. 10. *Lima subauriculata* Mont. Left ? valve magnified, a, b, c showing its different views. Kami-Miyata. p. 150
- Fig. 11. *Lima quantocensis* Yok. a, b, c. Different views of a left valve. Koshiha. p. 150.
- Fig. 12. *Lima angulata* Sow. a, b, c. Different views of a right valve. Naganuma. p. 148.



M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE XIII.

Plate XIII.

- Figs. 1-3. *Pecten irregularis* Sow. 1. Left valve. 2, 3. Right valves. Koshiha. p. 153.
- Figs. 4-6. *Pecten naganumana* Yok. 4. Right valve. 5, 6. Left valves. Naganuma. p. 160.
- Figs. 7, 8. *Pecten cosibensis* Yok. 7. Right valve. 8. Left valve. Koshiha. p. 156.
- Figs. 9, 10. *Pecten intuscostatus* Yok. Somewhat enlarged. 9. Left valve. 10. Right valve. a. Outside. b. Inside. Kami-Miyata. p. 156.
- Figs. 11-13. *Pecten vesiculosus* Dunker. 11, 13. Left valves. 12. Right valve. Koshiha. p. 154.
- Figs. 14, 15. *Pecten yessoensis* Jay. 14. Right valve. 15. Left valve. Koshiha. p. 159.



M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE XIV.

Plate XIV.

- Figs. 1, 2.** *Pecten ketus* Gould. Right valves. 1. Yokosuka. 2. Naganuma. p. 152.
Figs. 3, 4. *Pecten squamatus* Gmelin. 3. Right valve. 4. Left valve. Naganuma.
Figs. 5, 6. *Pecten tigerrinus* Müller. 5. Left valve. 6. Right valve. Koshiba. p. 155.
Figs. 7, 8. *Pecten tokyoensis* Tok. 7. Right valve from Naganuma reduced to two-thirds. 8. Left valve from Kami-Miyata reduced to four-fifths. p. 158.
Figs. 9, 10. *Pecten laqueatus* Sow. 9. Right valve from Kami-Miyata. 10. Left valve from Shimo-Miyata. p. 160.
Fig. 11. *Pecten swiftii* Bern. Right valve. Koshiba. p. 154.



M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE XV.

Plate XV.

Ostrea gigas Thunb. p. 162.

- Fig. 1. Rounded form. Lower valve, outside. $7/10$ nat. size. Yokosuka.
Fig. 2. Do Upper valve, inside. $3/5$ nat. size. Yokosuka.
Fig. 3. Elongated form. Lower valve, inside. $2/3$ nat. size. Yokosuka.
Fig. 4. Do Upper valve, outside. $3/5$ nat. size. Yokosuka.



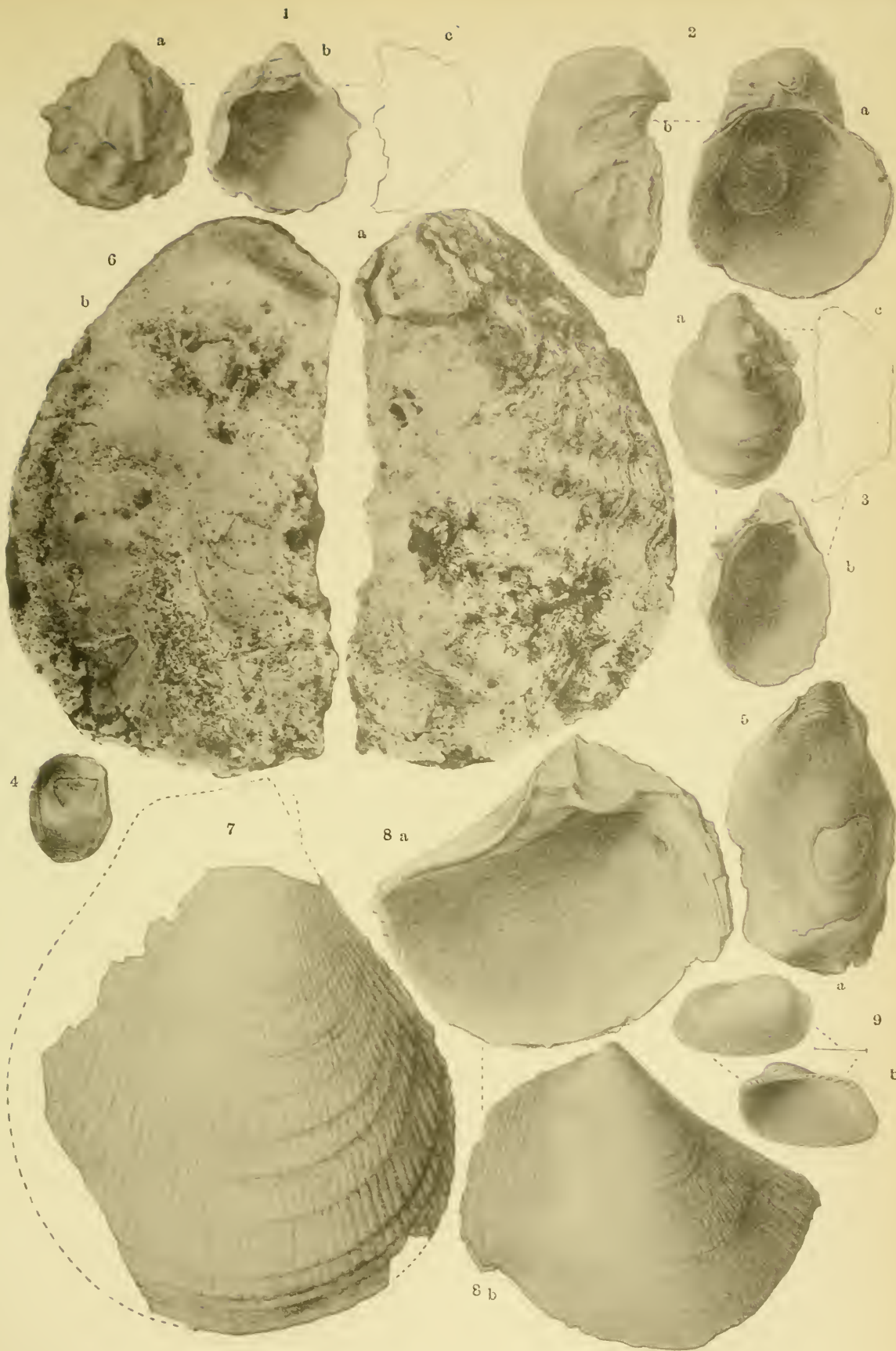
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE XVI.

Plate XVI.

- Figs. 1-5.** *Ostrea musashiana* Yok. 1-3. Lower valves. Koshiha. 1a, 3a. Outside-views. 1b, 2a, 3b. Inside views. 1c, 3c. Showing depths. 2b. Lateral view. 4, 5. Upper valves from Yokosuka. Inside-views. p.163.
- Fig. 6.** *Ostrea denselamellosa* Lke. Upper valve. Otsu. a. Outside. b. Inside. p. 162.
- Figs. 7, 8.** *Lima goliath* Smith. Right valves. 7, 8b. Outside. 8a. Inside. Koshiha. p. 147.
- Fig. 9.** *Arca stearnsii* Pils. Right valve. Enlarged. a. Outside. b. Inside. Koshiha. p. 165.



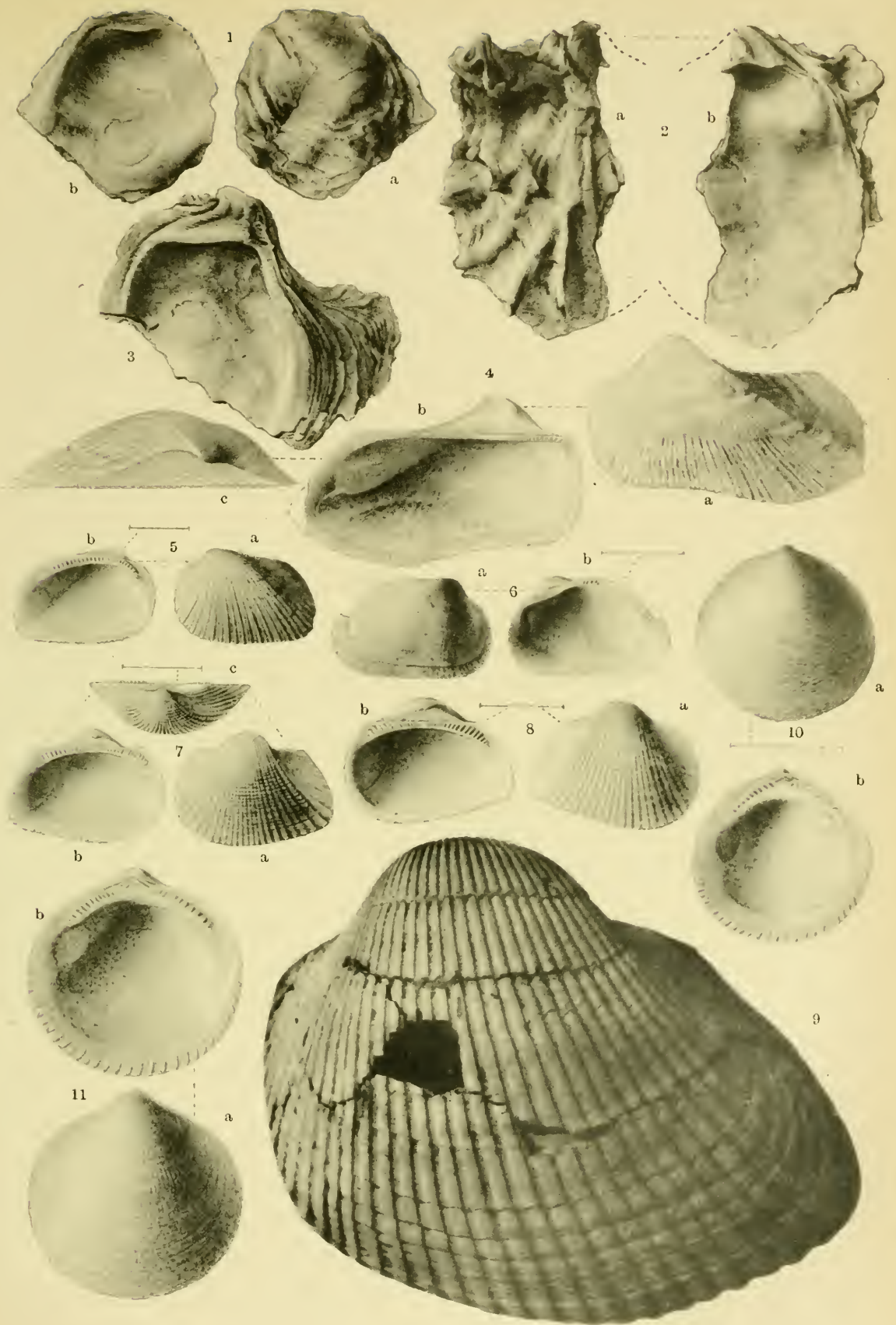
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE XVII.

Plate XVII.

- Figs. 1 - 3.** *Ostrea plicata*, Chem. 1a. Upper valve, outside. 1b. The same, inside. 2a. Lower valve, outside. 2b. The same, inside. 3. Lower valve, inside. Otsu. p.163.
- Fig. 4.** *Arca kobeltiana*. Pils. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. Seen from the beak-side. Shimo-Miyata. p.163.
- Fig. 5.** *Arca decussata* Sow. Left valve. Enlarged. a. Outside. b. Inside. Koshiba. p.165.
- Fig. 6.** *Parallelodon obliquatus* Yok. Left valve. Enlarged. a. Outside. b. Inside. Yokosuka. p.170.
- Figs. 7, 8.** *Arca symmetrica* Rve. Enlarged. 7. Left valve. 7a. Outside. 7b. Inside. 7c. Seen from above. 8. Right valve. 8a. Outside. 8b. Inside. Naganuma. p.166.
- Fig. 9.** *Arca inflata* Rve. Left valve. Outside. Naganuma. p.167.
- Figs. 10, 11.** *Pectunculus rotundus* Dkr. 10. Left valve. Young form. Enlarged. a. Outside. b. Inside. 11. Left valve. Grown form. a. Outside. b. Inside. Naganuma. p.167.



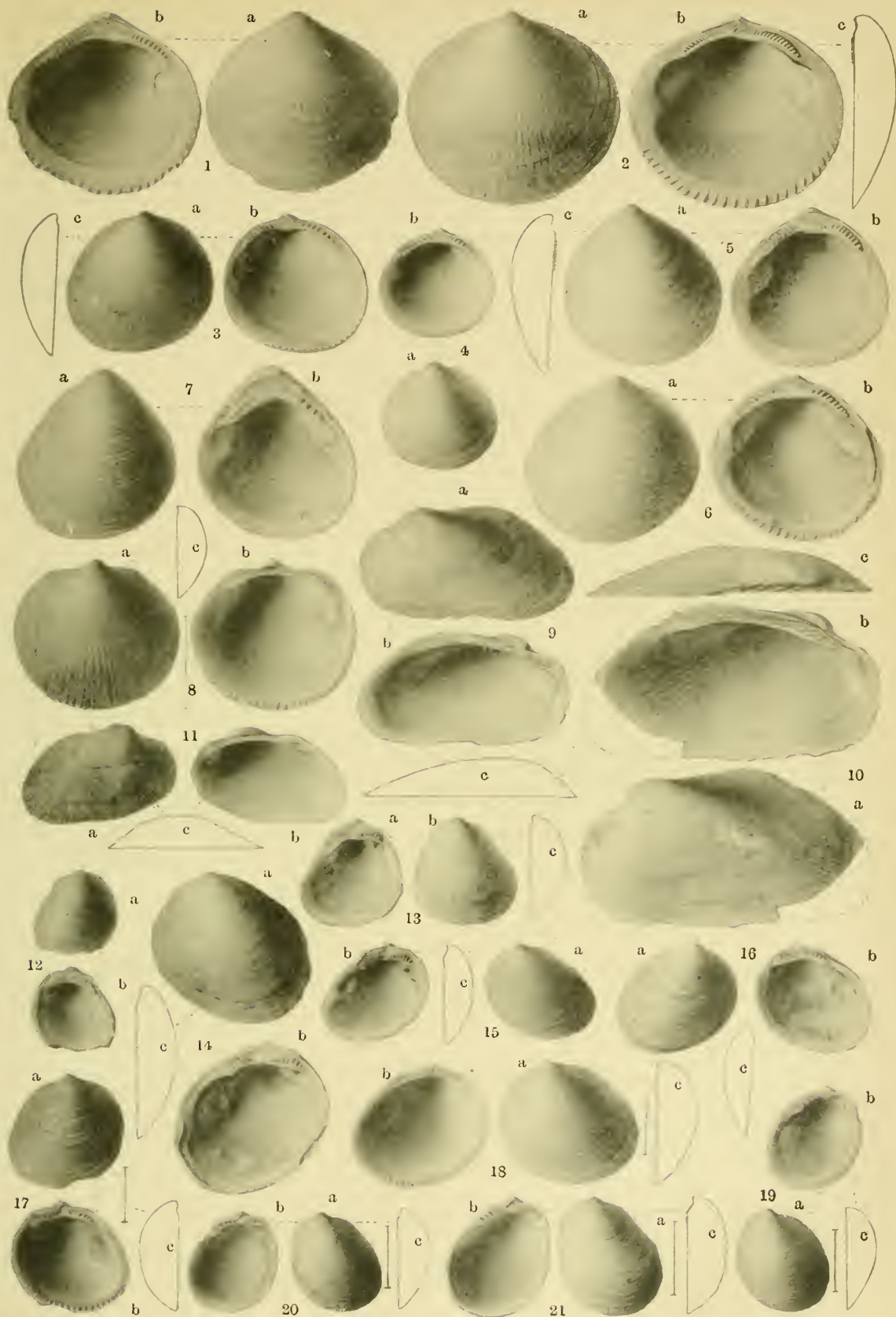
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE XVIII.

Plate XVIII.

- Figs. 1, 2.** *Pectunculus yessoensis* Sow. 1. Left valve. a. Outside. b. Inside. Ōkine. 2. Left valve from Motowada. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. p. 168.
- Figs. 3-6, 7?** *Pectunculus nipponicus* Yok. Different forms of the same species. 3, 4. Round forms. 5, 6. Somewhat triangular forms. 7. Abnormally triangular form? a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Koshiha. p. 168.
- Fig. 8.** *Pectunculus pilsbryi* Yok. Enlarged. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. (nat. size) Showing depth. Shimo-Miyata. p. 170.
- Figs. 9-11.** *Parallelodon obliquatus* Yok. 9, 10. Left valves from Shimo-Miyata. a. Outside. b. Inside. 9c. Showing depth. 10c. View from above. 11. Right valve from Okine. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. p. 170.
- Figs. 12, 13.** *Limopsis auritoides* Yok. 12. Left valve. 13. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Nojima. p. 171.
- Figs. 14-16.** *Limopsis tokaiensis* Yok. 14. Right valve of full-grown specimen. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. 15, 16. Left and right valves of Younger specimens. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Koshiha. p. 172.
- Figs. 17, 18.** *Limopsis crenata* A. Adams. Enlarged. 17. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. 18. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Koshiha. p. 173.
- Figs. 19-21.** *Limopsis azumana* Yok. 19, 21. Somewhat enlarged. Left valves. 21. Somewhat elongated form. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Koshiha. p. 225.



M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE XIX.

Plate XIX.

- Figs. 1, 2.** *Limopsis adamsiana* Yok. Enlarged. Right valves. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Koshiha. p. 175.
- Fig. 3.** *Leda ramsayi* Smith. Enlarged. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Koshiha. p. 176.
- Figs. 4, 5.** *Leda gordonis* Yok. Enlarged. 4. Left valve. 5. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Naganuma. p. 177.*
- Fig. 6.** *Leda naganumana* Yok. a. Right valve. b. Left valve. Both showing outside. c. Showing thickness. Naganuma. p. 178.
- Figs. 7, 8.** *Nucula insignis* Adams. 7. Right valve, backside. 8. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Koshiha. p. 179.
- Fig. 9.** *Nucula mirabilis* Ad. and Rve. Left valve. a. Outside. b. Inside. c. Showing depth. Nojima. p. 180.
- Figs. 10, 11.** *Nucula tokyoensis* Yok. Enlarged. 10. Left valve. 11. Right valve. a. Outside. b. Inside. c. View from behind, showing area. Naganuma. p. 181.
- Figs. 12-14.** *Terebratulina crossii* Dav. a. Ventral view. b. Dorsal view. Koshiha. p. 181.
- Figs. 15-18.** *Terebratulina caput-serpentis* L. 15, 17, 18. Dorsal view. Koshiha. 16. Ventral view. Kami-Miyata. p. 182.
- Figs. 19-24.** *Terebratulina quantoensis* Yok. 19, 20, 22, 23, 24. Views taken from the dorsal side. 21. Dorsal valve, outside. Koshiha. p. 183.
- Fig. 25.** *Terebratella coreanica* Ad. et Rve. Dorsal valve, outside. Shimo-Miyata.
- Fig. 26.** *Terebratella pulvinata* Dav. a. Dorsal view. b. Ventral view. Shimo-Miyata. p. 185.
- Fig. 27.** *Terebratella nipponensis* Yok. Enlarged. a. Dorsal view. b. Ventral view. c. Lateral view. d. View from below. Koshida. p. 185.
- Fig. 28.** *Terebratella coreanica* Ad. et Rve. a. Dorsal view. b. Ventral view. c. Lateral view. Shimo-Miyata. p. 184.



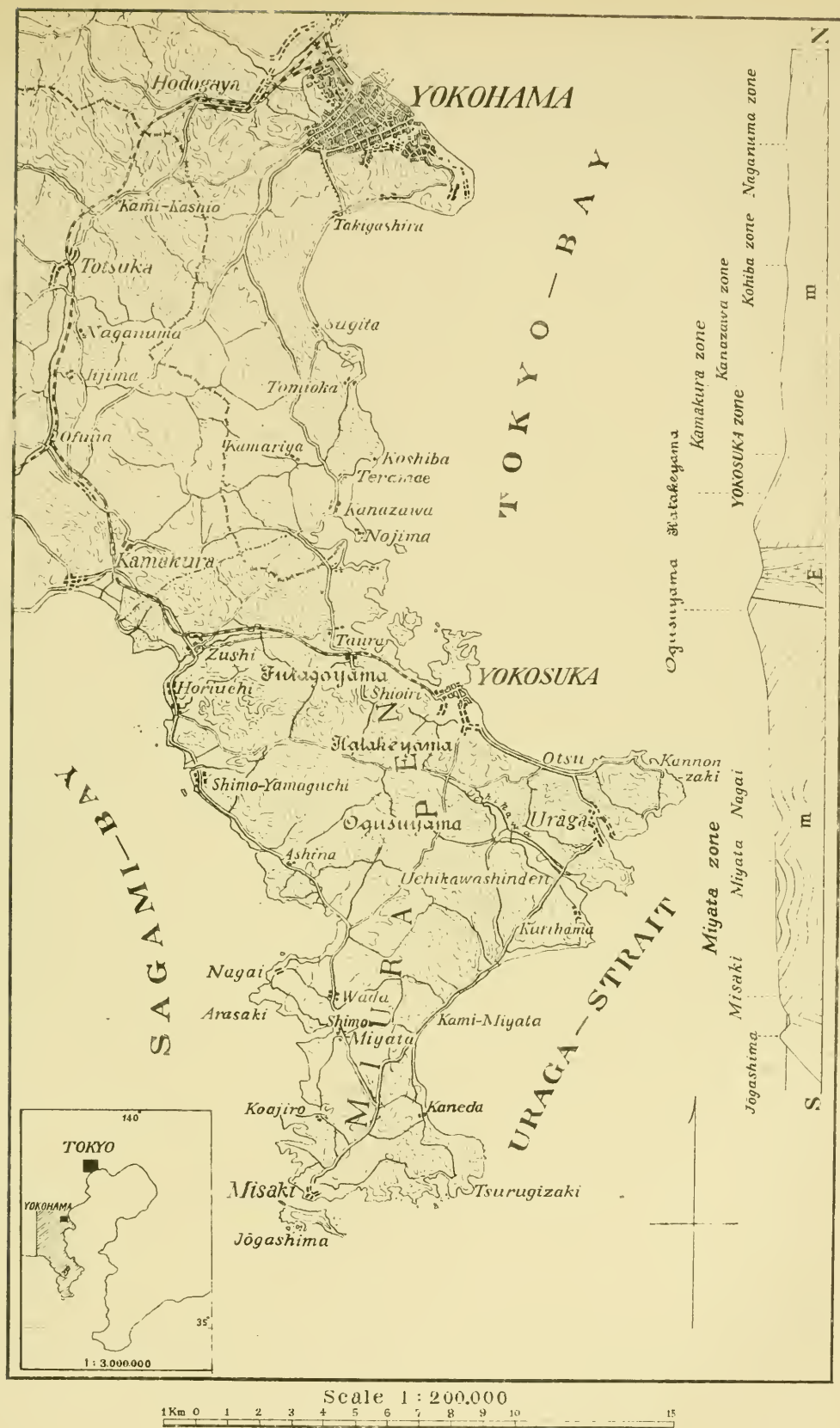
M. YOKOYAMA.

Fossils from the Miura Peninsula and its Immediate North.

PLATE XX.

Plate XX.

Map of the Miura Peninsula and of the region lying north of it. The annexed profile shows an approximate geological structure of the Lower Musashino Formation and its six fossil zones. E. Diorite near which the strata are greatly disturbed.



Physiologische Untersuchungen über eine neue, in der Gerbbrühe gedeihende Kahlmhefe.

Von

Tōichi ASAI, *Rigakushi*.

Mit 2 Tafeln und 7 Textfiguren.

I. Einleitung.

Die Gerberei ist eine Industrie, bei welcher die Tätigkeit verschiedener Arten von Mikroorganismen eine grosse Rolle spielt. Wenn auch je nach den Stadien des Gerbprozesses die in Frage kommenden Mikroorganismen mehr oder weniger verschieden sind, so können im allgemeinen Bakterien und deren Ausscheidungsprodukte entweder in der Weiche¹⁾, beim Schwitzen¹⁾, im Äschern¹⁾ oder bei Mistbeizen²⁾ der tierischen Häute als mitwirkende Faktoren erkannt werden. Am eigentlichen Vorgang der Gerbung beteiligen sich nicht nur die Stoffwechselprodukte der Bakterien, sondern auch die der Sprosspilze. Als solche werden in den eingehenden Versuchen von ANDREASCH¹⁾ angegeben: Alkohol, Kohlensäure, Essigsäure, Milchsäure und Buttersäure.

Um die Hautfasern in den Zustand der Schwellung zu bringen, ist das Vorhandensein von Essigsäure und Milchsäure vorteilhaft; insbesondere ist die erstere für die Ausführung des Gerbprozesses von grosser Wichtigkeit. Essigsäure entsteht bekanntlich aus Alkohol, der durch die Gärwirkung von Sprosspilzen hervorgebracht wird. Nach EITNER³⁾ steigt die Menge des gebildeten Alkohols in der

1) ANDREASCH, F. Gährungserscheinungen in Gerbbrühen. Der Gerber, 1895, Bd. XXI, S. 250.

2) EITNER, W. Beizen und neue Beizmittel. Der Gerber, 1898, Bd. XXIV, S. 102–247.

3) EITNER, W. Handbuch der technischen Mykologie. 1905, Bd. V, S. 30.

Gerbbrühe in der Regel nicht über 2 Proz.; nur in einigen ganz abnormen Fällen bis 3 Proz. Die in den Gruben reichlich heranwachsenden Sprosspilze sind hauptsächlich: *Saccharomyces Pastorianus*, *S. ellipsoideus*, *S. apiculatus* und ferner *Torulaceen*, Rosahefe und orangegelbe *Torula*-Arten.

Ausser den genannten Sprosspilzen bilden auch *Mycodermen* ein wenig Essigsäure in der Gerbbrühe, aber nur dann, wenn die Brühen ruhig stehen. Anderseits werden die *Mycoderma*-Arten den Brühen dadurch schädlich, dass sie nicht bloss den Alkohol und organische Säuren, sondern auch den Gerbstoff zerstören, was auch einige Fadenpilze tun. Überdies bildet eine von EITNER¹⁾ auf australischer *Mimosa*-Rinde aufgefundene *Mycoderma* an der Oberfläche von mit jener Rinde gegerbtem Sohlleder Kolonien, welche an letzterem dunkle bis schwarze Flecken hinterlassen, die total unvertilgbar sind.

Ich habe in einer Lederfabrik zu Senju, einer Vorstadt von Tokyo, eine *Mycoderma*-Art gefunden, die auch die Eigenschaft besitzt, auf dem Sohlleder unvertilgbare russchwarze Flecken (S. 35, Fig. 7) zu bilden. Obzwar die besprochenen Flecken nur oberflächlich sind, so lassen sie sich doch nicht mit Säuren oder Bleichmitteln beseitigen. In alter Brühe findet ein sehr kräftiges Wachstum dieser *Mycoderma* statt, und man kann nach drei oder vier Wochen an der Oberfläche der ruhig gehaltenen Brühe die dicke rotbraune Kahmhaut (S. 32, Fig. 6) beobachten. Der Übelstand dieser unvertilgbaren Fleckenbildung tritt am stärksten auf in den heissen und regenreichen Monaten Juli und Juni, d. h. in der für die Entwicklung der Schimmel- und Hefepilze günstigsten Jahreszeit. Es ist nicht selten, dass in solcher Brühe gerbende Sohlleder, welche aus den Gruben herausgenommen und auf einander gelegt worden sind, in nur wenigen Tagen von der *Mycoderma* infiziert und gänzlich verdorben werden. Die Entwicklung dieser *Mycoderma* wurde in der genannten Fabrik erst vor einigen Jahren bemerkt, und der dadurch hervorgerufene Schaden wurde immer ansehnlicher, als man mit Vorliebe die alten

1) EITNER, W. Über einige Arten von Flecken auf Leder. Der Gerber, 1898, Bd. XXIV, S. 4.

säurereichen Brühen zum Gerben benutzte, worin verschiedene Mikroorganismen günstige Existenzbedingungen finden.

Die Untersuchung über das physiologische Verhalten dieser interessanten *Mycoderma*-Art habe ich unter der Leitung von Herrn Professor Dr. M. MIYOSHI in der Zeit von Januar 1914 bis Februar 1915 vorgenommen. Ich spreche auch an dieser Stelle diesem, meinem hoch verehrten Lehrer, und auch Herrn Professor Dr. K. SHIBATA meinen aufrichtigsten Dank für gütige Unterstützung aus. Ferner möchte ich Herrn Dr. Vicomte T. KUCHIKI, sowie Herrn Betriebsdirektor S. DOIKAWA von der oben erwähnten Gerberei herzlich danken, für vielseitige Ratschläge betreffs der praktischen Seite der Frage und freundliche Mithilfe bei der Verschaffung des Untersuchungsmaterials.

II. Morphologisches.

Die Gestalt der ausgewachsenen Zellen ist gestreckt oder ellipsoidisch, manchmal halbmondförmig, $3.2\text{--}4\mu$ breit und $7.9\text{--}11.1\mu$ lang. In den Zellen liegen in der Regel zwei oder drei stark

lichtbrechende Körperchen an der Zellwand oder in der Vakuole, ausserdem werden bisweilen Fettröpfchen, die

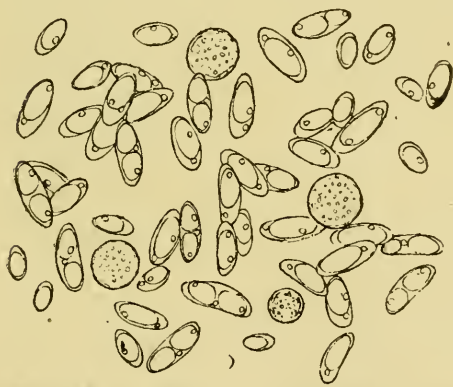


Fig. 1. Eine Gruppe von Zellen und Dauersporen der *Mycoderma tannica* n. sp. nach einwöchiger Züchtung auf Gyps bei 30°C .—Vergr. 1200.



Fig. 2. Zellen mit sporenähnlichen Fettröpfchen von einer Kahmhaut auf Koji-Auszug, 7 Tage alt, bei $28\text{--}30^{\circ}\text{C}$.—Vergr. 1000.

mit Osmiumsäure die bekannte Reaktion geben und in Alkohol leicht löslich sind, zu zwei, drei, seltener vier, ähnlich wie die Ascosporen der Saccharomyceten, beobachtet, insbesondere treten sie in Koji-Auszug gezüchteten Hefezellen (S. 3, Fig. 2) reichlich auf.

Die Vermehrung geschieht ausschliesslich durch Sprossung, und niemals bilden sich Sporen. Aber nach einigen Wochen zeigt diese Kahlhefe auf dem Gypsstück, manchmal auch auf dem Lederstück, welches im Brutschrank auf 30—35°C. gehalten wurde, eigentümlich gestaltete Zellen; sie sind rund, 7·3—9·7 μ im Durchmesser, mit stark verdickten Zellmembranen, ohne Vakuole, füllen sich mit Glykogen und Fettröpfchen, und befinden sich bisweilen in Sprossungszustand. Es sind Dauerzellen (S. 3, Fig. 1), wie solche an der Unterhefe häufig beobachtet werden. Wenn auch in älteren *Mycoderma*-Kulturen das Vorkommen der Zellen von kurzovaler oder fast rundlicher Form mit starker Haut keine seltene Erscheinung ist, so ist es immerhin merkwürdig, dass hierbei solch vollkommen ausgebildete Dauerzellen gebildet werden.

Die Riesenkolonie der vorliegenden *Mycoderma*-Art auf Soja-Agar¹⁾ (Taf. I, Fig. 1) wächst, bei 28°C. im Brutschrank stehend, in einem einzigen Tage beinahe zur vollen Grösse heran. Sie ist matt grauweiss, in der Mitte netzartig, radiär an der Peripherie gefaltet, und am Rand unregelmässig zackig. Die aus der Einzelzelle entwickelten kleinen Kolonien (Taf. I, Fig. 4) weisen schon binnen 24 Stunden eine unregelmässig gestaltete, zentrale Vertiefung auf und breiten sich faltig aus. Auf Koji-Agar weist die Kolonie (Taf. I, Fig. 2) dicke weisse netzartige Falten auf, und an der Peripherie einen erhobenen Faltenring, dem nach einigen Tagen ein oder mehr hinzugefügt werden. Die Kolonie (Taf. I, Fig. 3) breitet sich auf gehopftem Würze-Agar etwas dünn aus. Zahllose feine radiäre Fältchen erscheinen an der Oberfläche, nur am Rand ist die Kolonie glatt und faltenlos.

In der Soja-Kulturlösung kultiviert, bedeckt die *Mycoderma* schon nach 24 Stunden die ganze Oberfläche der Flüssigkeit mit einer kräftig gefalteten grauweissen Kahlhaut (Taf. I, Fig. 5). Aber das Häutchen fällt binnen einer Woche grösstenteils als

1) Die benutzte Nährlösung "Soja" hat folgende Zusammensetzung:

Leitungswasser	800 ccm
Soja im Handel	50 ccm
Zwiebeldekot	100 ccm
Rohrzucker	50 g

Um einen festen Nährboden zu bereiten, wurden noch 15-20g Agar zugefügt.

reichlicher, flockiger Bodensatz aus, wobei die Kulturlösung getrübt wird; an der Oberfläche bleibt noch ein dünner faltenloser Überzug übrig. Das Trockengewicht dieser Pilzmasse, die in einem 150 cem fassenden ERLÉNMEYERSCHEN Kolben mit 30 cem Nährflüssigkeit innerhalb einer Woche gewachsen war, betrug 0·176 g. Koji-Auszug ist die vortrefflichste Nährlösung unter dieser Reihe, die Kahmhaut (Taf. I, Fig. 6) faltet sich stark wellig wie bei Soja, und ist noch dicker; am Ende einer Woche fällt sich auch der Überzug flockig aus und nur eine dünne Haut bleibt übrig. Der Trockenrückstand wog 0·264 g. Die Kahmhaut auf der gehopften Würze (Taf. I, Fig. 7) ist auch ziemlich dünn und fein gefaltet. Die Ernte betrug nur 0·122 g.

III. Ernährung.

Die in der Gerbbrühe existierenden Mikroorganismen bekommen das erforderliche Nährmaterial von dem Gerbstoff, dem sogenannten Nichtgerbstoff in dem Lohmaterial und der Hautsubstanz, wobei als die bedeutendste Kohlenstoffquelle die Nichtgerbstoffe in Betracht kommen, aber der Gerbstoff selbst wird von einigen Arten von Sprosspilzen mehr oder weniger gut ausgenutzt. Als Stickstoffquelle dienen hauptsächlich wohl die von der tierischen Haut wie vom Gerbmateriel stammenden Substanzen.

Bezüglich des verwendbaren Nährmaterials in verschiedenen Gerbbrühen hat ANDREASCH¹⁾ nachgewiesen, dass als Kohlenstoffquelle Dextrose, Lävulose, Invertzucker und Rohrzucker, als Stickstoffquelle Albumosen, Pepton neben Aminosäure und alkalisch reagierende Produkte der faulen Gärung die Hauptrolle spielen. Aber für einige Mikroorganismen, insbesondere *Mycoderma*, können noch andere Stoffwechselprodukte in der Brühe, wie Alkohol und einige organische Säuren, als Nährstoff dienen.

Um die Assimilierbarkeit der verschiedenen Substanzen durch diese *Mycoderma* kennen zu lernen, habe ich eine Reihe von

1) ANDREASCH, F. Gährungserscheinungen in Gerbbrühen. Der Gerber, 1895, Bd. XXI, S. 250.

Kulturversuchen angestellt, wobei Nährlösungen mit folgender Zusammensetzung in Verwendung kamen.

Kulturlösung I.

Zu prüfende Substanzen	
als Kohlenstoffquelle	3 g
Ammoniumsulfat	1 g
Monokaliumphosphat	0·2 g
Magnesiumsulfat	0·2 g
Destilliertes Wasser	100 ccm

Kulturlösung II.

Zu prüfende Substanzen	
als Stickstoffquelle	1g
Traubenzucker.....	3 g
Monokaliumphosphat	0·2 g
Magnesiumsulfat.....	0·2 g
Destilliertes Wasser	100 ccm

Ein 150 ccm ERLÉNMEYERSCHER Kolben mit Watteverschluss wurde mit 30 ccm der zu prüfenden Kulturlösung beschickt und im Dampftopf sterilisiert, die flüchtigen oder leichtzersetzlichen Substanzen wurden nach dem Sterilisieren zugegeben. Das Kölbchen wurde mit einer kleinen Menge der auf festem Soja-Boden reingezüchteten Hefekeime geimpft. Nach einer Kulturdauer von einer Woche im Brutschrank bei 27—30°C., wurde die Kahlhefe auf dem schon gewogenen Filtrierpapier gesammelt, wiederholt mit Wasser gewaschen und dann getrocknet. Das so ermittelte Trockengewicht der Hefeernte wurde als ein vergleichbares Mass für den Nährwert der Kohlenstoffquelle in der Kulturlösung angesehen. Um den Nährwert der Stickstoffquelle zu bestimmen, wurde 0·3 g der stickstoffhaltigen Substanzen in 30 ccm Nährflüssigkeit zugesetzt, und die prozentische Ausnutzung des Stickstoffs wurde jedesmal aus dem Stickstoffgehalt der dargebotenen Substanzen und der Hefeernte rechnerisch ermittelt. 1 g trockene Kahlhefe enthielt nach meiner Analyse durchschnittlich 0·066 g Stickstoff.

1. Nährwert der Kohlenstoffnahrung.

A. *Kohlenhydrate.*

Es ist eine allbekannte Tatsache, dass Kohlenhydrate für die Hefepilze als die beste Kohlenstoffquelle dienen können. Auch unsere *Mycoderma* verbraucht die Zuckerarten als organische Nahrung zum Aufbau der neuen Zellen, zur Atmung und überdies zur Bildung der Säuren. Meine diesbezüglichen Versuche ergaben folgendes:

TABELLE I.

Name der geprüften Kohlenhydrate.	Formel.	Trockengewicht der Hefeernte in g.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
Glukose	$C_6H_{12}O_6 + aq.$	0·111	Kahmhaut glatt, dünn; mässiger flockiger Bodensatz.
Lävulose	„	0·096	„
Mannose	„	0·092	„
Galaktose	„	0·022	Dünnes Häutchen.
Maltose	$C_{12}H_{22}O_{11} + aq.$	0·021	Kleine Inseln.
Laktose	$C_{12}H_{22}O_{11} + 2aq.$	0·021	Sehr kleine Inseln.
Saccharose	$C_{12}H_{22}O_{11} + aq.$	0·072	Kahmhaut glatt, vollständig; geringer Bodensatz.
Raffinose	$C_{18}H_{32}O_{16} + 5aq.$	0·028	Dünne glatte Inseln; geringer Bodensatz.
Dextrin	$(C_6H_{10}O)_n$	0·022	Eine grosse Insel mit glatter Oberfläche.
Inulin	„	0·017	Einige sehr dünne Inseln.
Glykogen	„	0·020	Sehr kleine Inseln.

Unter den zum obigen Versuch verwendeten Zuckerarten bilden die Hexosen in der Regel die beste Nährstoffquelle für die vorliegende Kahmhefe. VAN LAER¹⁾ berichtete, dass Dextrose durch *Mycoderma* in NÄGELIS Nährlösung nicht angegriffen wird, während sie in Hefenwasser ein besseres Nahrungsmittel als Alkohol ist. Aber Glukose ist darunter am ausgiebigsten, und Galaktose wird am

1) VAN LAER, H. J. Federated Inst. Brewing, 1901, Bd. VII, S. 337. (Zitiert von LAFAR, Handb. d. technischen Mykologie, Bd. IV, S. 313.)

wenigsten ausgenutzt. Saccharose besitzt einen den Hexosen nicht so sehr nachstehenden Nährwert. Nach der Untersuchung von LINDNER und SAITO über die Assimilation der Zucker mit verschiedenen Hefepilzen ist Maltose im allgemeinen besser assimilierbar als Glukose, und RIST et KHOURY¹⁾ haben mitgeteilt, dass *Mycoderma lebenis* auf Glukose und Maltose enthaltenden Nährlösungen ganz vorzüglich wächst. Interessanterweise ist die Assimilierbarkeit der Maltose in unseren Versuchen im Vergleich mit Glukose viel geringer; der Nährwert der ersteren entspricht nur einem Fünftel der letzteren. Dasselbe Resultat wurde auch in einem Versuch erzielt, bei welchem Asparagin als Stickstoffquelle diente. Auch Raffinose ist ein besseres Nährmittel als Maltose oder Laktose. Die Polysaccharide Dextrin, Inulin und auch Glykogen, welch letzteres in den Zellen der Hefepilze reichlich vorkommt, sind zur Vermehrung der *Mycoderma* wenig geeignet.

B. *Alkohole.*

Obgleich nach LAURENT²⁾ die gewöhnliche Bierhefe als einzige Kohlenstoffquelle die zu den mehrwertigen Alkoholen gehörenden Glycerin, Mannit und Erythrit sehr gut zu benutzen vermag, sind die einwertigen Alkohole als Kohlenstoffnahrung gar nicht brauchbar. BOKORNY³⁾ hat auch angegeben, dass Methylalkohol manchen Schimmelpilzen als Nährmaterial dient, allein für die Bierhefe soll er wertlos sein. Andererseits hat LINDNER⁴⁾ das Vorkommen einiger Methylalkohol assimilierenden Hefearten berichtet, was früher auch von NAGELI bei Bakterien beobachtet wurde. Die Versuche mit Alkoholen als Kohlenstoffquelle zeigten folgendes:

1) RIST, E. und KHOURY, J. Ann. l'Inst. Pasteur, 1902, Bd. XVI, S. 65.

2) LAURENT, E. Sur les alimentes organiques de la levure de Bière. (Sep.-Abdr. Bulletin de la Soc. R. de Botanique de Belgique T. XXVII) Bruxelles, 1888.

3) BOKORNY, TH. Beobachtungen über die Pilze, welche Methylalkohol als C-quelle verwenden können. Centralbl. f. Bakt. 1911, Bd. XXIV, S. 176.

4) LINDNER, P. Das Wachstum einiger Hefen und Pilze in gleichprozentigem Alkohol und Zuckerlösung. Wochenschr. f. Brauerei: Jg. 30, P. 457.

TABELLE II.
1) Einige Alkohole.

Name der geprüften Alkohole.	Formel.	Trockengewicht der Hefeerte in g.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
Methylalkohol	CH_3OH	0·047	Kein Wachstum.
Äthylalkohol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$		Kahmhaut weiss, glatt, vollständig.
Amylalkohol	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{CHOH}$	0·012	Kein Wachstum.
Glycerin	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$		Keine Insel, etwas trüb.
Mannit	$\text{C}_6\text{H}_8(\text{OH})_6$		„

Wenn die Alkohole als einzige Kohlenstoffquelle bei der Anwesenheit von nötigen Mineralbestandteilen unserer Kahmhefe dargeboten werden, so sieht man, dass diese Stoffe, selbst die mehrwertigen, die *Mycoderma* nur schlecht ernähren, doch bildet Äthylalkohol eine auffallende Ausnahme, wovon unten noch die Rede sein wird.

TABELLE II.
2) Methylalkohol.

Kultur No.	Gehalt des Methylalkohols in Gewichtsproz.	Trockengewicht der Hefeerte in g.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
1	0·1	0·014	Häutchen glatt, dünn; kein Bodensatz.
2	0·5	0·010	Kleine Inseln, ohne Bodensatz.
3	1	0·007	Dünne grosse Insel.
4	2		Geringes Wachstum.
5	3		Kein Wachstum.

In allen angewandten Verdünnungen ist Methylalkohol immer wenig verbrauchbar. Am Ende der einwöchentlichen Kulturdauer in 0·1—0·5 proz. Methylalkohollösung sieht man ein die Oberfläche völlig bedeckendes dünnes Häutchen oder einzelne Hautinseln, die schon bei 2 proz. Lösung nicht beobachtet wurden.

TABELLE II.

3) Äthylalkohol.

Kultur No.	Gehalt des Äthylalkohols in Gewichtsproz.	Trockengewicht der Hefeernte in g.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
1	0.1	0.014	Kleine Hautinseln.
2	0.5	0.058	Kahmhaut weiss, glatt, vollständig.
3	1	0.078	Etwas dicke Kahmhaut mit gekörnter Oberfläche.
4	2	0.068	Häutchen weiss, glatt, vollständig.
5	3	0.047	„
6	4	0.039	Häutchen aus zusammenschliessenden Inseln.
7	5	0.026	Mehrere Inseln.
8	6	0.019	Mehrere Hautinseln.
9	7	0.011	Keine Decke, geringer Bodensatz.
10	10		Noch ertragbar, aber nicht mehr wachsend.

Es ist nicht bloss merkwürdig, dass Äthylalkohol sich allein unter den untersuchten Alkoholen als gute Kohlenstoffnahrung auszeichnet, sondern auch, dass dessen Nährwert bei der günstigsten Konzentration (1 Proz.) ungefähr einer 3 Proz. Rohrzucker enthaltenden Lösung entspricht. Jene Lösung überzieht die *Mycoderma* vollständig mit einem etwas dicken Häutchen mit gekörnter Oberfläche (Taf. I, Fig. 8). Jedoch fängt das Erntegewicht schon von 2 Proz. an sich zu vermindern. 0.1 proz. Lösung ernährt die Kahlhefe schlecht, indem nur ein loses netzartiges Häutchen aus kleinen Hautinseln gebildet wird. Schliesslich ist die Vermehrung des Hefepilzes in einer 6 proz. Alkohollösung auch noch durch Bildung von kümmerlichen Hautinseln nachweisbar (Taf. I, Fig. 9). In 7 proz. Lösung wird keine Decke, sondern nur geringe Trübung und Bodensatz beobachtet. Der Hefepilz kann eine 10 Proz. Alkohollösung noch ertragen.

Amylalkohol eignet sich gar nicht als Nahrung. Diese *Mycoderma* vermehrt sich in Glycerin und Mannit enthaltender

Flüssigkeit nur wenig, was sich durch eine geringe Bodensatzbildung äussert; also ist die Trockenhefeernte nicht so gross wie bei anderen Hefearten.

C. Glukoside und Tannin.

Die Glukoside, welche durch enzymatische Wirkung in Glukose und andere, zumeist aromatische Substanzen leicht abgespalten werden können, sind nicht als ein so wichtiges Nährmittel für unsere *Mycoderma* zu betrachten. Die Versuche mit einigen Glukosiden ergaben:

TABELLE III.

1) Einige Glukoside.

Name der geprüften Glukoside.	Formel.	Trockengewicht der Hefeernte in g.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
Amygdalin	$C_{20}H_{27}NO_{11} + 3aq.$	0.030	Häutchen dünn, vollständig geringer Bodensatz.
Salicin	$C_{13}H_{15}O_7$	0.021	Eine dünne grosse Insel.

2) Tannin (Handelspräparat, MERCK).

Kultur No.	Gehalt des Tannins in Proz.	Trockengewicht der Hefeernte in g.	Aussehen der Kultur nach 21 Tagen.
1	0.05	0.015	Einige kleine Inseln, braunrot gefärbt.
2	0.1	0.009	Kleine Inseln, braunrot gefärbt.
3	0.5		Noch sprossbar.
4	1		Kein Wachstum.

Es ist bemerkenswert, dass unter obiger Versuchsreihe selbst bei dem Amygdalin, welches etwas hohen Nährwert besitzt, das Gewicht der Hefeernte 0.03 g nicht übersteigt. So lange die

Verdünnung nicht so stark ist, ist die Gallussäure als alleinige Kohlenstoffquelle anwendbar (Hefeerte: 0.012 g). Es ist anzunehmen, dass Tannin, nachdem es durch die Wirkung der Tannase teilweise in Glukose und Gallussäure gespalten wird, als Nährmittel dient; aber die Tannase-Wirkung dieses Hefepilzes ist nicht so kräftig wie bei einigen Schimmelpilzen. In Nährlösung mit 0.05 Proz. Tannin kommt eine etwas dicke grosse Insel vor (Taf. II, Fig. 12), aber bei 0.1 Proz. mehrere kleine Inseln. Bei mehr als 1 Proz. Verdünnung wird das Wachstum der Kahlmhefe vollständig unterdrückt.

D. *Kaliumsalze der organischen Säuren.*

TABELLE IV.

Name der geprüften Salze.	Formel.	Trockengewicht der Hefeerte in g.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
Ameisensaures Kalium	CHO_2K	0.012	Kein Wachstum.
Essigsäures Kalium	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{K}$		Kleine Inseln, etwas trüb.
Buttersäures Kalium	$\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2\text{K}$		Kein Wachstum.
Oxalsäures Kalium	$\text{C}_2\text{H}_4\text{K}_2 + \text{aq}$	0.030	„
Bernsteinsaures Kalium	$(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4)_2\text{K}_2$		„
Milchsaures Kalium	$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{K}$		Dicke Hautinseln, kleiner flockiger Bodensatz.
Maleinsaures Kalium	$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4\text{K}_2$	0.013	Kleine Inseln.
Weinsaures Kalium	$\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_6\text{K}_2 + \frac{1}{2}\text{aq}$	0.023	Kleine Inseln, geringer Bodensatz.
Citronensaures Kalium	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{K}_3 + \text{aq}$	0.009	Kein Wachstum.
Benzoensaures Kalium	$\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{K} + \text{aq}$		Sehr kleine Inseln.

Schliesslich decken die Kaliumsalze verschiedener organischer Säuren den Kohlenstoffbedarf dieses Pilzes auch nicht bedeutend, ja einige von ihnen erweisen sich bei dieser Konzentration für die Kahlmhefe schädlich. Maleinsaures und essigsäures Kalium ist nur wenig assimilierbar, milchsaures und weinsaures Kalium

besser, jedoch ist der dabei erhaltene Trockenrückstand nicht so bedeutend. Es ist immerhin bemerkenswert, dass benzoesaures Kalium mehr oder minder als Kohlenstoffnahrung ausgenutzt wird.

2. Nährwert der Stickstoffnahrung.

A. Anorganische Stickstoffverbindungen.

TABELLE V.

Name der geprüften anorganischen N-Verbindungen.	Formel.	N-Gehalt der Substanz in Proz.	Trockengewicht der Hefeernte in g.	Ausgenutztes N in Proz.	Ansehen der Kultur nach 7 Tagen.
Natriumnitrit	NO_2Na				Kein Wachstum
Natriumnitrat	NO_3Na				"
Kaliumnitrat	NO_3K				,
Ammoniumchlorid	NH_4Cl	26.24	0.065	5.46	Kahmhaut glatt, vollständig; geringer Bodensatz.
Ammoniumsulfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	21.24	0.112	11.62	Kahmhaut dick, gefaltet; weisser flockiger Bodensatz.
Ammoniumphosphat	$(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$	12.21	0.064	11.55	Häutchen glatt, dünn; geringer Bodensatz.
Ammoniumnitrat	$(\text{NH}_4)\text{NO}_3$	17.53	0.056	7.04	Eine grosse Insel, geringer Bodensatz.
Ammoniumkarbonat	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{aq}$	24.59	0.021	1.88	Kleine Inseln.

Die Kulturlösung II (vide S. 6), welche neben den oben angegebenen Kohlenstoffquellen und Mineralbestandteilen als Stickstoffquelle Nitrat enthält, vermag diesen Hefepilz nicht fortzubringen, wie schon von LAURENT¹⁾ und BOKORNY bei anderen Fällen nachgewiesen wurde. Wie schon früher von LAURENT¹⁾ angegeben worden war, scheint auch dabei die Hemmungserscheinung nicht auf den Nitraten selbst zu beruhen, sondern auf Nitriten, die wahrscheinlich durch die Reduktion der Nitrats gebildet werden.

1) LAURENT, E. Recherches sur la valeur comparé des nitrates et des sels ammoniacaux comme aliment de la levure de bière et de quelques autres plantes. (Sep-Abdr. aus Annales de l'Institut Pasteur 1889.) Paris, 1889.

Ammoniumsalze als Stickstoffquelle dienen ziemlich gut zur Ernährung dieser *Mycoderma*. Bei Anwendung des Ammoniumsulfates erhielt ich 0.112 g Trockenhefeernte, doch steht dieselbe jedenfalls den Ammoniumsalzen der organischen Säuren nach, wobei auch die Säurereste als Kohlenstoffnahrung gleichzeitig ausgenutzt werden. Die Beeinflussung des HPO_4^- - Ions weicht hierbei von der des Cl^- - Ions nicht so stark ab, während bei gewöhnlicher Bierhefe das erstere günstig auf die Kultur einwirkt. Bei Ammoniumnitrat muss auch das Anion als Stickstoffnahrung ausnutzbar sein, aber es kam kein dahin deutendes Resultat zum Vorschein. In der Lösung mit Ammoniumkarbonat erschienen sehr kleine Inseln.

Gibt man zum Zweck der Neutralisierung Calciumkarbonat der Kulturlösung hinzu, so kann ein Wachstum der Kahlhaut merkwürdigerweise nicht mehr beobachtet werden, selbst bei Benutzung der besten Nährlösung zur Kultur. Das wird vielleicht dadurch verursacht, dass Ca^{++} - Ion stark schädlich einwirkt.

B. Organische Stickstoffverbindungen.

TABELLE VI.

Name der geprüften organischen N-Verbindungen.	Formel.	N-Gehalt der Substanz in Proz.	Trockengewicht der Hefeernte in g.	Ausgenutztes N in Proz.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
Acetamid	$CH_3CO(NH_2)$	23.76	0.109	10.11	Kahlhaut dick, vollständig; mässiger Bodensatz.
Oxamid	$C_2H_2(NH_2)_2$				Kein Wachstum.
Succinimid	$C_2H_4(CO)_2NH + aq$	11.98	0.053	9.74	Einige grosse Inseln.
Benzamid	$C_6H_5(CO)NH_2$				Kein Wachstum.
Harnstoff	$CO(NH_2)_2$	46.72	0.056	2.61	Einige dünne Inseln.
Biuret	$NH_2CO NH_2$	40.81	0.085	4.59	Etwas dicke grosse Inseln; flockiger Bodensatz.
Ammoniumoxalat	$(COONH_4)_2$	22.60	0.150	14.61	Dicke Kahlhaut mit starker Faltenbildung; mässiger flockiger Bodensatz.

Name der geprüften organischen N-Ver- bindungen.	Formel.	N-Gehalt der Substanz in Proz.	Trocken- gewicht der Hefeernte in g.	Ausge- nutztes N in Proz.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
Ammonium- tartrat	$C_2H_2(OH)_2$ $(COONH_4)_2$	15.24	0.131	18.93	Dicke Kahmhaut mit starker Faltenbildung; mässiger flockiger Bo- densatz.
Glykokoll	$CH_2(NH_2)$ $COOH$	18.70	0.125	14.73	Kahmhaut dick, gefaltet; mässiger Bodensatz.
Alanin	$C_2H_4(NH_2)$ $COOH$	15.76	0.173	24.18	Sehr dicke Kahmhaut mit stark gefalteter Ober- fläche; mässiger Bo- densatz.
Asparagin- säure	$C_2H_3(NH_2)$ $(COOH)_2$	10.55	0.157	32.79	„
Tyrosin	$C_6H_4(OH)C_2H_3$ $(NH_2)COOH$	7.75	0.106	30.13	„
Asparagin	$C_2H_3(NH_2)$ $COOH \cdot CONH_2$	10.62	0.129	26.76	Kahmhaut dick, voll- ständig, stark gefaltet; mässiger Bodensatz.
Pepton			0.128		„

Die Säure-Amide $R-CONH_2$ vermag der Hefepilz als Stickstoffquelle zu benutzen. Sie gehen leicht unter Wasseraufnahme in die Gruppe $-COONH_4$ über, also geben die Amide in den meisten Fällen den Ammoniumsalzen der organischen Säuren entsprechende Resultate. Unter einigen untersuchten Amididen sind nur Acetamid und Succinimid als günstige Stickstoffnahrung zu betrachten. Andere Amide sind nicht so gut ausnutzbar, Benzamid gar nicht.

Harnstoff lässt sich durch enzymatische Wirkung in Ammoniumkarbonat verwandeln, aber dabei macht sich ein Hemmungseinfluss der alkalischen Reaktion der Lösung geltend, indem frei gewordene NH_4^+ -Ionen nur zum kleinen Teil assimiliert werden können. Biuret zeigt sich etwas günstiger als Harnstoff.

Ammoniumsalze der organischen Säuren, besonders weinsaures Ammoniak, sind häufig von verschiedenen Forschern als wichtige Stickstoffquelle für Mikroben neben Asparagin oder Pepton angegeben worden. Weinsaures Ammoniak bietet höheren Nährwert als die anorganischen Ammoniumsalze, übrigens ergibt auch eine Nährlösung ohne Zucker eine beträchtliche Ernte,

natürlich ist der Säurerest neben dem freien NH_4^+ -Ion die Ursache, warum eine solche günstige Wirkung zu stande kommt.

α -Aminosäuren, welche die Gruppe $NH_2-\overset{\overset{R}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-COOH$ enthalten,

sind bekanntlich Bausteine der Eiweissstoffe; der grösste Teil des aufgenommenen Stickstoffnährmaterials wird durch die Mikroben in einfachere Verbindungen gespalten, woraus vielleicht zunächst verschiedene Aminosäuren entstehen, die wieder zu eigentlichen Eiweisskörpern aufgebaut werden. So sind Aminosäuren von vorn herein als gutes Nährmaterial für die Vermehrung dieser *Mycoderma* anzusehen. Im Vergleich mit anderen Stickstoffverbindungen, welche zum Versuch benutzt wurden, besitzen die Aminosäuren den vorzüglichsten Nährwert, allen voran Asparaginsäure und Tyrosin, welche bessere Resultate aufweisen als Asparagin oder Pepton.

IV. Vergärung der verschiedenen Zuckerarten.

Nach der LINDNERSchen Kleingärmethode habe ich das Gärvermögen unserer *Mycoderma* gegenüber den verschiedenen Zuckerarten untersucht. Sie ergab folgende Resultate:

Glukose	$C_6H_{12}O_6$	.....	+
Lävulose	,,	.....	+
Mannose	,,	.....	+
Galaktose	,,	.....	—
Maltose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	.....	+
Laktose	,,	.....	—
Saccharose	,,	.....	+
Raffinose	$C_{18}H_{32}O_{16}$	.....	+
Dextrin	$(C_6H_{10}O_5)_n$	.....	—
Inulin	,,	.....	—
α -Methylglukosid	$C_6H_{11}O_6 \cdot CH_3$	.....	+

Sodann habe ich die Gärkraft der *Mycoderma* mit einigen vergärbaren Zuckerarten geprüft. Um die Gärkraft durch die

Gewichtsabnahme der ausströmenden Kohlensäure bei der Gärung quantitativ zu bestimmen, wurde ein kleiner 50 ccm fassender Gärkolben (S. 17, Fig. 3) angewendet, der mit einem kleinen BUCHNERSchen Gärventil versehen war.

Als Gär- und Nährmedium bei diesen Versuchen wurde eine Flüssigkeit von folgender Zusammensetzung benutzt:

Vergärbarer Zucker	5 g
Asparagin	1 g
Monokaliumphosphat	0·25 g
Magnesiumsulfat	0·25 g
Destilliertes Wasser	100 ccm

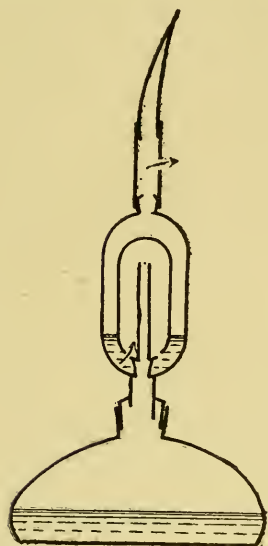


Fig. 3. Gärbkolben mit BUCHNERSchem Gärventil.

Zunächst wurde das Kölbchen mit 20 ccm Gärflüssigkeit beschickt und für 20 Minuten im Dampftopf sterilisiert. Nach dem Abkühlen wurde das Gärventil an Stelle des Watteverschlusses aufgesetzt, zugleich 0·1 g frische Kahmhefe darin hinzugefügt, welche aus einer 2 Tage alten Kultur auf Soja-Agar entnommen war.

Dann wurde der ganze Apparat gewogen und in den Brutschrank bei 27—28°C gestellt. Der Gewichtsverlust des Kolbens, d.h. die Menge der gebildeten Kohlensäure, wurde nach Ablauf von 6 resp. 24 Stunden ermittelt. Als Kontrolle diente ein Versuch mit gewöhnlicher Bierhefe.

TABELLE VII.

Name der geprüften Zuckerarten.	<i>Mycoderma</i>		Bierhefe	
	Kohlensäure in mg nach 6 Stunden.	Kohlensäure in mg nach 24 Stunden.	Kohlensäure in mg nach 6 Stunden.	Kohlensäure in mg nach 24 Stunden.
Glukose	14	17	93	307 +
Lävulose	13	15		
Saccharose	12	14		
Maltose	12	12		
Raffinose	12	12		

Obgleich die angewandte Hefemenge ziemlich gross war, blieb die Menge der gebildeten Kohlensäure stets sehr gering und schon nach 24 Stunden trat die Endvergärung ein. Bezüglich des Gärvermögens gegen verschiedene Zuckerarten konnte kein bedeutender Unterschied beobachtet werden. Allerdings war die Gärkraft am grössten beim Glukose-Versuch, aber sie war nach der Kohlensäuremenge gemessen ungefähr nach 6 Stunden nur $1/6$ und nach 24 Stunden $1/23$ so gross wie die von Bierhefen. Die gesamte Menge ausgeschiedener Kohlensäure beim Bierhefe-Versuch erreichte am Ende des fünften Tags 0.522 g, wobei die Gärung noch nicht zum Stillstand kam.

V. Bildung und Zersetzung der Säuren.

Die Wirkung der Säuren in der Gerbbrühe liegt im allgemeinen darin, dass die tierische Haut mehr oder weniger aufquillt und die dicht geflochtenen Fasern des Hautgewebes gelockert werden. Daher erleichtert die Anwesenheit der freien Säuren in der Brühe das Eindringen des Tannins tief in die Fasern, so dass der Gerbungsvorgang langsam stattfindet. Je nach der Qualität und dem Zweck der Anwendung des Leders bekommen die Eigenschaften sowie die Stärke der Säure praktische Bedeutung. Die in dieser Richtung nutzbringenden Säuren sind die schwächeren organischen Säuren, wie z.B. Milchsäure und insbesondere Essigsäure, welche hauptsächlich die Acidität der Gerbbrühe bedingen.

Säurebildung in der Gerbbrühe beruht auf der Tätigkeit einer Reihe von Bakterien und Hefen. Insbesondere muss die alkoholische Gärung, welche die Essigsäuregärung einleitet, als der wichtigste Vorgang betrachtet werden.

Aber unsere *Mycoderma* bildet weder Alkohol noch Essigsäure in beträchtlicher Menge, überdies ruft sie keine Milchsäuregärung hervor, ja diese Kahlhefe assimiliert sogar Säure und

Alkohol als Kohlenstoffquelle. Kurz, diesem Hefepilz kommt keine für die Lederfabrikation nützliche Eigenschaft zu. Merkwürdigerweise scheidet er Oxalsäure in die Nährflüssigkeit aus, was vom Standpunkt der Gerber ein Nachteil ist, weil diese Säure nicht nur das Leder unmittelbar verdirbt, sondern auch die Gärungsfähigkeit sowie das Wachstum anderer nützlicher Mikroben hemmt. Loew¹⁾ hat einst über die schädliche Wirkung der Oxalsäure festgestellt, dass schon in 1 proz. Lösung die Gärtätigkeit der Hefe binnen 24 Stunden vernichtet wird, nach WILL²⁾ wird die Hefe durch 10 proz. Oxalsäurelösung schon in 5 Minuten getötet.

Bei den Kulturversuchen habe ich stets Traubenzucker, Rohrzucker oder zuweilen Alkohol als Kohlenstoffquelle, und schwefelsaures Ammoniak, weinsaures Ammoniak, Asparagin und Pepton als Stickstoffquelle angewandt. Die Zusammensetzung der Nährlösung ist dieselbe wie oben (vide S. 6) mit Ausnahme von 2 Proz. Zucker. Um die Kahmhaut in genügenden Mengen zu gewinnen, benutzte ich 500 ccm fassende ERLENMEYERSche Kolben mit breitem Boden, die mit 150 ccm Kulturflüssigkeit beschickt wurden. Nach Sterilisierung wurden sie in den Brutschrank bei 27—30°C. gestellt. Am Ende der drei-wöchentlichen Kulturdauer wurde die Nährlösung abfiltriert, 100 ccm der Lösung wurden mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure versetzt, der Wasserdampfdestillation unterworfen, um die flüchtigen Säuren zu bestimmen. Die zurückbleibende Flüssigkeit wurde mit Natronlauge neutralisiert, im Wasserbade abgedampft und darin vorkommende nichtflüchtige Säuren mit Äther extrahiert. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in folgender Tabelle VIII angegeben.

1) LOEW, O. Münchener medic. Wochenschr., 1892, Bd. XXXIX, S. 370. (Zitiert von LAFAR, Bd. V, S. 137.)

2) WILL, H. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen, 1893, Bd. XVI, S. 151 u. 411. (Zitiert von LAFAR, Bd. IV, S. 137.)

TABELLE VIII.

1) Traubenzucker als C-Quelle.

Versuch No.	Name der Stickstoffquelle.	Ausgenutzter Traubenzucker von 1000 cem Kulturlösung in g.	Flüchtige Säure (als Essigsäure) in 1000 cem Kulturlösung in g.	Nichtflüchtige Säure (als Oxalsäure) in 1000 cem Kulturlösung in g.
1	Ammonium-sulfat	17·2	0·042	1·909
2	Ammonium-tartrat	16·8	0·054	1·834
3	Asparagin	17·2	0·036	0·466
4	Pepton	17·3	0·108	Spur

2) Äthylalkohol als C-Quelle.

Name der Stickstoffquelle.	Ausgenutzter Alkohol von 1000 cem Kulturlösung in g.	Flüchtige Säure (als Essigsäure) in 1000 cem Kulturlösung in g.	Nichtflüchtige Säure (als Oxalsäure) in 1000 cem Kulturlösung in g.
Ammoniumsulfat	8·2	0·078	1·242

3) Rohrzucker als C-Quelle.

Versuch No.	Name der Stickstoffquelle.	Flüchtige Säure (als Essigsäure) in 1000 cem Kulturlösung in g.	Nichtflüchtige Säure (als Oxalsäure) in 1000 cem Kulturlösung in g.
1	Ammoniumsulfat	0·042	0·239
2	Ammoniumtartrat	0·042	0·019
3	Asparagin	0·030	Spur
4	Pepton	0·072	Spur

In allen Fällen wurde ein wenig Essigsäure als Stoffwechselprodukt beobachtet, und zwar in der Kulturlösung, die Pepton

enthielt, etwa 2 mal soviel als in den übrigen, wobei die gefundene Säuremenge 0·1 g pro 1000 ccm Nährlösung nicht übersteigt. Benutzt man Traubenzucker oder Rohrzucker als Kohlenstoffquelle, so ist kein erheblicher Unterschied der erzeugten Säuremenge zu beobachten.

Diese *Mycoderma* besitzt die Fähigkeit, den in die Kulturlösung gegebenen Zucker in Oxalsäure zu oxydieren, was, wie es scheint, bisher nicht bei Kahmhefen¹⁾ beobachtet worden war. Die Verschiedenheit der Stickstoffquelle in der Nährlösung verursacht öfters, trotzdem der Traubenzuckerverbrauch fast gleich ist, eine grosse Differenz in der gebildeten Oxalsäuremenge. Mit schwefelsaurem Ammoniak oder weinsaurem Ammoniak als Stickstoffquelle ist der Oxalsäuregehalt der Kulturlösung beinahe 2%, aber mit Asparagin nur 1/4 des vorigen. Obwohl 6/7 der zugesetzten Traubenzuckermenge verschwinden, wird die Oxalsäure mit Pepton als Stickstoffquelle nur spurenweise gebildet. Die Bildung von Oxalsäure in der Nährlösung, welche Rohrzucker statt Traubenzucker als Kohlenstoffquelle enthält, beträgt selbst bei Versuchen mit schwefelsaurem Ammoniak oder weinsaurem Ammoniak nur ungefähr 1/10—1/100 der vorigen; bei Asparagin und Pepton beobachtet man das Vorkommen der Säure nur wenig. Wenn 1 Proz. Alkohol anstatt des Zuckers gebraucht wird, bildet der Hefepilz auch aus Alkohol Oxalsäure, wie von BANNING²⁾ berichtet worden ist.

Obgleich die Bildung der Oxalsäure für die Lederfabrikation unangenehm ist, so braucht man hierbei den Übelstand nicht so sehr zu befürchten, weil Eiweiss oder diesem ähnliche Substanzen den grössten Teil der Stickstoffnahrung in der Gerbbrühe ausmachen und die als Kohlenstoffquelle vorhandenen Zuckerarten vornehmlich Disaccharide sind, wie schon oben im Kapitel III betont worden ist. Die Menge des Alkohols in der Gerbbrühe beträgt nicht über 2 Proz., was für das Wachstum dieser

1) Unter den Hefeorganismen ist *Saccharomyces Hansenii* der einzige bekannte Oxalsäurebildner.

2) BANNING, F. Oxalsäurebildung aus Alkohol. [Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. VIII, S. 395.

Mycoderma nicht ungünstig ist, aber die Oxalsäurebildung in Alkohol ist nach dem experimentellen Befunde auch nicht beträchtlich.

Es gibt noch eine andere Eigenschaft dieser *Mycoderma*, die vom Gerber kaum übersehen werden darf, d.i. die Zersetzungswirkung der Essigsäure und Milchsäure. Nach MEISSNER¹⁾ sind Mycodermen im allgemeinen im stande, Säure sowohl zu bilden als auch zu zerstören, beide Prozesse verlaufen nebeneinander. Die von obigen resultierende Säurereaktion der Nährflüssigkeit hängt nicht nur von der Art-Eigentümlichkeit der *Mycoderma*, sondern auch von anderen Umständen, wie z.B. Ernährung, Sauerstoffzufuhr oder Temperatur ab.

Diese *Mycoderma* zersetzt auch die Milchsäure und Essigsäure. Die Zersetzungsprodukte der beiden Säuren werden zum Teil als Kohlenstoffnahrung verbraucht, ja die Essigsäure wird als die alleinige Kohlenstoffquelle ausgenutzt.

TABELLE VIII.

1) Säurezersetzung in der Kulturlösung ohne C-Quelle.

Zugefügte Säure in der Kulturlösung I (ohne Zucker) in Proz.		Ausgenutzte Säure von 100 cem Kulturlösung nach 10 Tagen in g.	Aussehen der Kultur nach 10 Tagen.
Essigsäure	0·1	0·023	Weisse dünne Kahlhaut bedeckt die Oberfläche vollständig.
	0·5	0·346	Kahlhaut etwas dick.
	1		Kein Wachstum.
Milchsäure	0·1	0·010	Keine Decke, etwas trüb.
	0·5		Kein Wachstum.

1) MEISSNER, R. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1901, Bd. XXX, S. 497.

2) Säurezersetzung in der Kulturlösung mit guter C-Quelle.

Zugefügte Säure in der Kulturlösung II (Ammoniumsulfat) in Proz.		Ausgenutzte Säure von 100 cem Kulturlösung nach 10 Tagen in g.	Aussehen der Kultur nach 10 Tagen.
Essigsäure	0·1	0 060	Weisse dünne Kahmhaut bedeckt die Oberfläche vollständig. Kahmhaut etwas dick.
	0·5	0·420	
	1		Keine Decke.
Milchsäure	0·1	0·036	Weisse dünne Kahmhaut bedeckt die Oberfläche vollständig. Kahmhaut etwas dick.
	0·5	0·270	
	1	0·486	„
	3	1 836	Dicke glatte Kahmhaut.

Essigsäure bildet eine weissliche Kahmhaut in der 0·5 Proz. enthaltenden Nährlösung und bringt $\frac{2}{3}$ der Säure zum Verschwinden. Aber die Entwicklung des Hefekeims wurde schon in 1 proz. Lösung nicht mehr beobachtet. Die Essigsäure, in einer Glukose enthaltenden Kulturflüssigkeit zugesetzt, hemmt, schon bei 1 Proz. Gehalt, die Entwicklung der Kahmhefe, die zersetzte Säuremenge ist daher kaum grösser als bei obigem Versuch. Milchsäure ist nicht als alleinige Kohlenstoffquelle tauglich, aber in der Kulturlösung II (vide S. 6) mit 3 Proz. Milchsäure findet sehr kräftiges Hefenwachstum statt, und die zugesetzte Säure wird zur Hälfte verzehrt.

VI. Über die wachstumsbefördernde Wirkung des Tannins.

Tannin kann in der Regel nicht als Nährmaterial von den meisten Mikroorganismen benutzt werden, unterdrückt ihr Gärungsvermögen und ihre Wachstumstätigkeit. Es wurde schon angegeben, dass die alkoholische Gärung im Most durch den in demselben enthaltenen Gerbstoff in gewissem Grade gehemmt

wird¹⁾ und das Wachstum der *Apiculatus*-Hefe auch nachteilig beeinflusst wird²⁾. Nach BOKORNY³⁾ vermag die gewöhnliche Gerbsäure (Tannin) schon in einer kleinen Menge (0·5—1 g), 10 g frische Presshefe zu töten. Er hat ermittelt, dass 1 Proz. Tannin Infusorien augenblicklich tötet; 0·1 Proz. binnen wenigen Minuten. Die Ursache der Giftwirkung liegt wahrscheinlich darin, dass Eiweisskörper, die den Plasmaleib der Mikroorganismen bilden, durch Tannin teilweise niedergeschlagen werden. Hingegen tut die Gallussäure, welche ein Zersetzungsprodukt des Tannins darstellt, den Mikroben keinen Schaden, weil sie sich nicht mit Eiweiss verbindet, sondern vielmehr öfters als Kohlenstoffquelle assimiliert wird.

Neuere Untersuchungen von FISCHER und FREUDENBERG⁴⁾ ergaben, dass Tannin (Gerbsäure) eine kompliziert zusammengesetzte Zucker-Verbindung ist und in verschiedenen Eigenschaften mit derjenigen Substanz übereinstimmt, welche aus 5 Mol. Digallussäure und 1 Mol. Glukose synthetisiert ist. In der Tat liefert reines Tannin bei der hydrolytischen Spaltung 5—7 Proz. Glukose. Die Hydrolyse des Tannins erfolgt nicht bloss beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure, sondern auch durch enzymatische Wirkung, wie zuerst von SCHEELE bemerkt worden ist. Daher kann das Tannin bisweilen von den besagtes Enzym (Tannase) ausscheidenden Mikroorganismen als Kohlenstoffquelle benutzt werden.

Das eventuelle Vorkommen der Tannase im Mikrobenreich ist bisher insbesondere bei *Aspergillus niger* und *Penicillium glaucum* konstatiert worden. FERNBACH⁵⁾ und POTTEVIN⁶⁾ führten gleichzeitig die Isolierung der Tannase von den genannten Pilzen

1) ROSENSTIEHL, A. Comptes rend. de l'Acad. 1900, Bd. 130, S. 195; 1902, Bd. 194, S. 119.

2) MÜLLER-THURGAU, H. 7. Jahresber. etc. für 1894/97, S. 50, und 9. Jahresber. etc. für 1898/99, S. 74.

3) BOKORNY, TH. Quantitative Wirkung der Gifte. Pflügers Arch. der ges. Physiologie, 1906, März.

4) FISCHER, E. und FREUDENBERG, Berl. deut. chem. Gesellsch., Bd. 45, N. 915 und 2707.

5) FERNBACH, A. Sur la tannase. Compt. rend. de l'Acad. des Sci., 1901, CXXXI, p. 1214—15.

6) POTTEVIN, H. La tannase. Diatase dedoublant l'acide gallotannique. Compt. rend. de l'Acad. des Sci., 1901, CXXXI, p. 1215—17.

aus. KNUDSON¹⁾ hat neuerdings festgestellt, dass unter 28 von ihm untersuchten Schimmelpilzen nur *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* und *Penicillium* sp. das Bohnenextrakt mit 10 Proz. Gerbsäurezusatz gut ertragen konnten, während beim Zusatz von 5 Proz. $\frac{1}{3}$ derselben die Entwicklungsfähigkeit noch behalten. Er hat auch festgestellt, dass nur *Aspergillus niger* und *Penicillium* sp. das Tannin als alleinige Kohlenstoffquelle zu assimilieren vermögen. Die Tannaseausscheidung beschränkt sich nicht auf die genannten Fadenpilze. Nach MEISSNER²⁾ kommt eine *Mycoderma*-Art vor, welche das Tannin zersetzen kann.

Um zunächst die Beeinflussung des Hefenwachstums durch Tannin in verschiedenen Verdünnungen festzustellen, habe ich eine Kulturlösung bereitet, die neben einigen geeigneten Stickstoffquellen stets 3 Proz. Glukose als Kohlenstoffquelle enthielt. 30 ccm Nährflüssigkeit, mit Tannin in verschiedener Konzentration versetzt, wurden in 150 ccm fassenden ERLÉNMEYERschen Kolben beschickt, sterilisiert, und mit der rein gezüchteten Kahmhefe geimpft. Die Kulturen wurden 7 Tage lang im Brutschrank bei 27—30°C. gehalten. Die erhaltenen Resultate sind in folgenden Tabellen IX, X, XI, XII angegeben.

Kulturversuch 1.

TABELLE IX.

Ammoniumsulfat als N-Quelle.

Kultur No.	Gehalt des Tannins in Proz.	Trockengewicht der Hefeernte in g.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
Kontrolle	ohne Tannin	0·101	Weisse faltige Kahmhaut, kleinflockiger Bodensatz.
1	0·1	0·121	Glatte Kahmhaut, etwas braunrot.
2	0·5	0·067	Eine grosse Insel, etwas braunrot.
3	1		Kein Wachstum.

1) KNUDSON, L. Tannic Acid Fermentation I. Journ. Biol. Chem., 1913, Vol. 14, P. 159—184.

2) MEISSNER, R. Württ. Wochenbl. f. Landwirtschaft, 1901, S. 755. (Zitiert von LAFAR, Handb. d. technischen Mykologie, Bd. IV, S. 313.)

Wenn Ammoniumsulfat als Stickstoffquelle angewandt wird, bewirkt das Tannin hauptsächlich Hemmung des Wachstums. Beim Tanninzusatz bis zu 0·1 Proz. wird das Wachstum der Kahlhaut etwas begünstigt. Die hemmende Wirkung des Tannins tritt schon bei 0·5 Proz. (Taf. II, Fig. 11) deutlich zu Tage und die Hefevermehrung wird bei 3 Proz. ganz unterdrückt. Die Anwendung von 1 Proz. Äthylalkohol anstatt der Glukose verursacht keine bemerkenswerte Verschiedenheit in der Ernährung der Kahlhefe (Taf. I, Fig. 10), aber sie kann dabei 1 proz. Tanninlösung nicht ertragen.

Kulturrversuch 2.

TABELLE X.

Ammoniumtartrat als N-Quelle.

Kultur No.	Gehalt des Tannins in Proz.	Trockengewicht der Hefeernte in g.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
Kontrolle	ohne Tannin	0·133	Dicke weisse Kahlhaut mit starker Faltenbildung, mässiger Bodensatz.
1	0·1	0·147	Kahlhaut etwas braunrot, dick, vollständig, mit stark gefalteter Oberfläche.
2	0·5	0·241	Eine grosse Ringinsel auf der Wand, braunrot, Faltung in die Kulturlösung hineindringend.
3	1	0·233	Eine Ringinsel kommt vor, allein etwas kleiner als bei 0·5 proz. Lösung.
4	3		Keine Decke, etwas ertragbar.

Die Anwesenheit des Tannins in der weinsaures Ammoniak enthaltenden Nährflüssigkeit beeinflusst das Wachstum von *Mycoderma* in etwas eigentümlicher Weise. Das Erntegewicht sowie Aussehen der Kultur weicht, bis zu 0·1 Proz. Tanninzusatz, nicht so sehr von der Kontrolle ohne Tannin ab. Die günstige Konzentration des Tannins für das Hefenwachstum liegt etwa bei 0·5—1 Proz., wobei in der 0·5 proz. Lösung anstatt der die Oberfläche bedeckenden Kahlhaut ein wandständiger Hefering

(Taf. II, Fig. 18) gebildet wird. Die Ringinsel wächst sehr tief in die Lösung hinein und deren Trockengewicht ist ungefähr zweimal so gross wie die Kontrollkultur (Taf. II, Fig. 17). Die Hefeentwicklung in der Kulturlösung mit 1 Proz. Tannin wird etwas gehemmt und eine unvollständige Ringinsel (Taf. II, Fig. 19) gebildet, die bei 3 Proz. gar nicht mehr beobachtet wird. Aber der Hefepilz kann diese Tannin-Konzentration noch gut ertragen.

Kulturversuch 3.

TABELLE XI.

Asparagin als N-Quelle.

Kultur No.	Gehalt des Tannins in Proz.	Trockengewicht der Hefeernte in g.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen.
Kontrolle	ohne Tannin	0.112	Weisse dünne Haut, klein-flockiger Bodensatz.
1	0.1	0.159	Dünne Kahmhaut etwas braunrot, flockiger Bodensatz.
2	0.5	0.237	Faltige Kahmhaut, braunrot.
3	1	0.244	Dicke faltige Kahmhaut, braunrot.
4	2	0.281	Gute dicke Kahmhaut mit starken Falten, braunrot, kein Bodensatz.
5	3	0.412	Sehr dicke Kahmhaut mit stark gefalteter Oberfläche, braunrot, kein Bodensatz.
6	4	0.275	Dicke Kahmhaut etwas gefaltet, braunrot.
7	5	0.154	Dicke glatte Kahmhaut zum Teil flockig, braunrot.
8	10		Etwas ertragbar.

Der das Wachstum befördernde Einfluss des Tannins tritt ausserordentlich klar in einer Nährlösung hervor, die Asparagin als Stickstoffquelle enthält. Bis 3 Proz. wird die Ernährung der Kahmhefe desto günstiger beeinflusst, je grösser der Zusatz von Tannin ist, wie aus der beigegeführten Ernährungskurve (S. 31, Fig. 5) zu sehen ist. Die Hefeernte in der 3 Proz. Tannin enthaltenden Nährlösung (Taf. II, Fig. 15) ist in der Tat eben viermal so

gross wie die Kontrolle (Taf. II, Fig. 14). Selbst der sehr gut ernährende Koji-Auszug besitzt keinen so hohen Nährwert. Die



Fig. 4. A. Sprossverbände aus Kulturlösung I (1% Äthylalkohol als C-Quelle).—Vergr. 600.
B. Sprossverbände aus Kulturlösung II (1% Asparagin als N-Quelle) + 3% Tannin.—Vergr. 600.

Kahmhaut in 3 proz. Tanninlösung ist sehr dicht, faltet sich kräftig, bedeckt die Oberfläche vollständig, färbt sich rotbräunlich und fällt gar nicht als flockiger Bodensatz aus (Taf. II, Fig. 15). Der Kahlüberzug bei 5 Proz. Tanninzusatz

entwickelt sich noch gut, aber ohne Faltenbildung (Taf. II, Fig. 16); nach einer gewissen Zeit zerfällt sie in einige grosse Stückchen, und das Erntegewicht ist zum Drittel der Kontrolle heruntergegangen. Selbst in 10 proz. Lösung ist der Hefepilz noch etwas ertragbar.

Kulturversuch 4.

TABELLE XII.

Pepton als N-Quelle.

Kultur No.	Gehalt des Tannins in Proz.	Trockengewicht der Hefeernte in g.	Aussehen der Kultur nach 7 Tagen,
Kontrolle	ohne Tannin	0.131	Dünne weisse Kahlhaut, mässiger flockiger Bodensatz.
1	0.1	0.127	„
2	0.5	0.052	Sehr dünne Kahlhaut, geringer Bodensatz.
3	1		Kein Wachstum.

Da Pepton zum grossen Teil vom Tannin niedergeschlagen wird, so stellt sich hierbei Stickstoffmangel neben der Hemmungswirkung des Tannins ein. Darum wird, je höher die Konzentra-

tion des Tannins steigt, das Erntegewicht desto weniger. Die Vermehrung des Hefepilzes wird schon bei 0·5 Proz. Tannin stark gehemmt (Taf. II, Fig. 13) und bei 1 Proz. gänzlich unterdrückt.

VII. Die Ausscheidung der Tannase.

Man kann die oben. beschriebene Wachstumsbeförderung durch das Tannin nicht einfach als physiologische Reizwirkung erklären, weil hierbei der entsprechende Verbrauch des gesamten Stoffes seitens des Pilzes konstatiert wurde. Die Ausnutzung des Tannins, welches für die meisten anderen Mikroben giftig ist, muss hierbei dadurch zustande kommen, dass dasselbe durch das Hefeenzym in Substanzen von einfacher Struktur zerlegt wird, die dem Pilz als Nährmaterial dienen. Die Untersuchung über die Gerbstoffgärung der Mikroorganismen haben früher ROBIQUET¹⁾, VAN TIEGHEM²⁾, FERNBACH³⁾, POTTEVIN⁴⁾ und neuerdings KNUDSON⁵⁾ von physiologischen und chemischen Gesichtspunkten ausgeführt, aber die Versuche dieser Autoren beschränkten sich auf einige Fadenpilze und dabei wurde stets gefunden, dass die Gallussäure, die durch die Zersetzung des Tannins gebildet wird, von den betreffenden Mikroben als die Kohlenstoffquelle assimiliert wird.

Um die Tannasewirkung unserer *Mycoderma* nachzuweisen, bereitete ich das aktive Hefepulver nach der Trockenhefemethode von LEBEDEW⁶⁾. Nach der wochenlangen Kultur wurde die Kahmhaut von der Kulturlösung I (Glukose als C-Quelle) verschiedenen Tanningehalts abgehoben, wiederholt gewaschen, unter Benutzung der Saugpumpe möglichst entwässert, und für zwei Tage in den Brutschrank bei 35°C gestellt. 0·3 g von so gewonnener

1) ROBIQUET, M. Faits pour servir à de l'acide gallique. Ann. de Chem. et de Phys. 1837, 2^e Serie, I. XIV, p. 385.

2) VAN TIEGHEM, Ph. Sur la fermentation gallique. Compt. rend. de l'Acad. des Sci., 1867, I XV, p. 1091.

3) FERNBACH, A. Sur la tannase. Compt. rend. de l'Acad. des Sci., 1901, CXXXI, p. 1214.

4) POTTEVIN, H. La tannase. Compt. rend. de l'Acad. des Sci., 1901, CXXXI, p. 1215.

5) KNUDSON, L. Tannic Acid Fermentation I. Journ. biol. Chem., 1913, Vol. 14, p. 159.

6) LEBEDEW, A. Darstellung des aktiven Hefesaftes durch Mazeration. Zeitschr. f. physiol. Chem., 1911, Bd. 73, S. 447.

feinpulveriger trockener *Mycoderma* wurde mit 50 ccm Tannin-Lösung, unter Zugabe von 1 Proz. Toluol, für eine Woche in dem Brutschrank bei 35°C. gehalten; nach dem Ablauf der Versuchszeit wurde der zurückbleibende Gerbstoff nach JEAN¹⁾ quantitativ bestimmt. Man kann wohl die Menge des zersetzten Gerbstoffs als das Mass der Tannase-Wirkung des *Mycoderma*-Pulvers ansehen. Die folgende Tabelle XIII zeigt die Tannase-Wirkung unserer *Mycoderma*, die vorher in Kulturlösungen mit verschiedenem Tanningehalt gezüchtet worden ist. Gerbstoffgehalt der Versuchslösung 0.176 g in 50 ccm.

TABELLE XIII.

Kultur			Tannase-Versuch	
No.	Tannin in der Kultur- lösung in Proz.	Trockengewicht der Hefeernte von Kulturlösung 30 cc in g.	Zurückbleibender Gerbstoff in 50 ccm Versuchs- lösung in g.	Verlust des Gerbstoffs in 50 ccm Versuchs- lösung in g.
Kontrolle	ohne Tannin	0.112	0.115	0.031
1	0.1	0.159	0.103	0.073
2	0.5	0.237	0.086	0.090
3	1	0.244	0.103	0.068
4	3	0.412	0.147	0.037
5	5	0.154	0.164	0.012

Die Tannase-Wirkung dieser *Mycoderma* findet ziemlich lebhaft schon bei einer Probe statt, die ohne Tannin kultiviert war. Die Zugabe des Tannins in der Nährlösung begünstigt die Tannasebildung der darin ernährten *Mycoderma* immer mehr bis 0.5 Proz., das eine optimale Konzentration in dieser Hinsicht darstellt. Unsere *Mycoderma* bildet Tannase am ausgiebigsten bei 0.5 Proz. Tanningehalt der Nährlösung, und bis dahin hält die Zunahme des Erntegewichts gleichen Schritt, wie aus der beistehenden Kurve ersichtlich ist. Die letztere steigt etwas langsamer bis 3 Proz. auf und erreicht das Maximum bei 3 Proz.

1) JEAN, F. Die Bestimmung des Tannins und der Gallussäure. Chem. Centralbl., 1900, p. 1107—08.



Fig. 5. Die Kurven, welche die Intensität der Tannasebildung und das Wachstum der *Mycoderma* in den tanninhaltigen Nährlösungen veranschaulichen. In Ordinaten steht die Menge in g des zersetzten Tannins von 100 ccm Versuchslösung resp. das Pilzerntegewicht von 30 ccm. In der Abscissa steht der Tanningehalt in Proz. der Nährlösung.

Die Ausscheidung der Enzyme steht im allgemeinen in näherer Beziehung mit äusseren Bedingungen, insbesondere hängen bei Mikroorganismen die Beschleunigung und die Hemmung der Enzymausscheidung von der Beschaffenheit des Mediums ab. Dass Tannin als alleinige Kohlenstoffquelle nur in kleineren Konzentrationen anwendbar ist, beruht darauf, dass die Kahmhefe den Hemmungseinfluss des Tannins schon eher erleidet, als sie einen guten Ernährungszustand erreicht. Wenn aber gleichzeitig eine geeignete Kohlenstoffquelle vorhanden ist, zeigt die Kahmhefe gutes Wachstum, ohne zunächst den nachteiligen Einfluss des Tannins gelten zu lassen, und dementsprechend findet die Tannasebildung immer lebhafter statt. Aber das Hefe-

wachstum und die Tannasebildung brauchen nicht unbedingt Hand in Hand zu gehen, weil beim höheren Tanningehalt der Nährlösung die Anhäufung der Spaltungsprodukte gerade auf die Tannasebildung ungünstig einwirkt.

Wenn auch diese *Mycoderma* das Tannin etwas schwächer als die oben erwähnten Schimmelpilze vergärt, steht sie doch in der

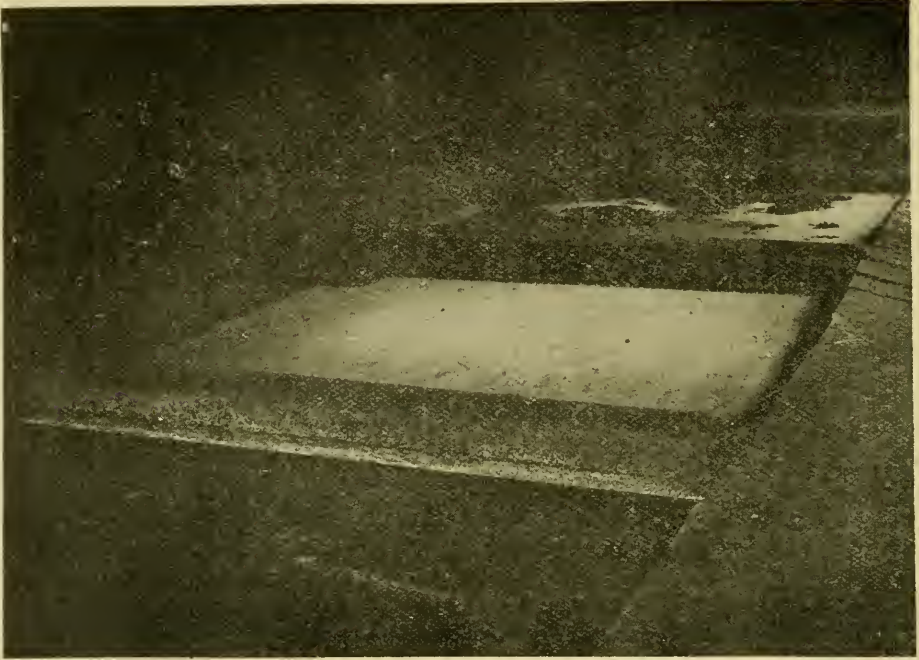


Fig. 6. Die Kahmhautbildung von *Mycoderma tannica* in der Grube.

Natur mit dem Tannin in näherer Beziehung als diese. Sobald die Kahmhaut auf Kosten des Zuckers in der Gerbbrühe etwas gut gewachsen ist, zersetzt die *Mycoderma* das Tannin durch Ausscheidung der Tannase immer stärker. Obwohl die zur Sohlleder-Fabrikation angewandte Gerbbrühe ziemlich hoch konzentriert ist, bleibt der Tanningehalt in der Oberschicht der Flüssigkeit nicht so gross, um das Wachstum der Kahmhefe zu verhindern, weil der Gerbstoff stets durch Luftsauerstoff oxydiert und zugleich von den Gerbstoff liebenden Mikroorganismen ausgenutzt wird.

VIII. Einfluss des Tannins auf die alkoholische Gärung.

Weiter habe ich untersucht, welche Einwirkung auf die Gärkraft unserer Kahmhefe ein Zusatz von Tannin in wechselnden Konzentrationen ausübt, wenn andere äussere Bedingungen gleich gehalten werden. Zu diesem Zweck benutzte ich die schon oben erwähnte Methode, die Gärkraft nach dem Kohlensäure-Verlust zu bestimmen. Die Gärflüssigkeit hatte folgende Zusammensetzung:

Glukose	5 g
Asparagin	1 g
Monokaliumphosphat	0·2 g
Magnesiumsulfat.....	0·2 g
Destilliertes Wasser	100 ccm.

Die Ergebnisse dieses Versuchs sind in folgender Tabelle XIV zusammengestellt.

TABELLE XIV.

Versuch No.	Gehalt des Tannins in Proz.	Kohlensäure in mg nach 6 Stunden.	Kohlensäure in mg nach 24 Stunden.	Bemerkung.
Kontrolle	ohne Tannin	14	17	Nachdem 0·1 g der frischen Hefe in den Gärkolben (Flüssigkeit 20 ccm) eingetragen war, kam derselbe in den Brutschrank bei 27–28°C.
1	0·5	14	17	
2	1	16	18	
3	3	18	20	
4	5	12	13	
5	10	7	7	

Allerdings ist die alkoholische Gärkraft dieser *Mycoderma* sehr schwach, jedoch wird sie bei Anwesenheit des Tannins bis zu einer relativ hohen Konzentration nicht gehemmt, ja bei gewisser Konzentration etwas beschleunigt.

IX. Die *Mycoderma*-Flecken auf dem Sohlleder.

Die Flecken, welche während des Gerbungsprozesses auf

dem Leder auftreten, sind verschiedenen Ursprungs. Jedoch sind sie in den meisten Fällen durch Säure oder Bleichmittel leicht wegzunehmen, wie z.B. Eisen- oder Kalk-Flecken. Die blauschwarzen Flecken, welche durch Einwirkung des Eisens auf Tannin entstehen, sitzen nicht nur oberflächlich auf, sondern dringen ins Hautgewebe etwas tief hinein, bisweilen ganz bis zu der Unterseite des Sohlleders, aber diese lassen sich mit Säure entfernen. Das frisch gegerbte Leder, welches mit der Luft in Berührung kommt, wird manchmal mit sogenannten Kalk-Flecken besetzt, was auf der Einwirkung des Luftsauerstoffs auf das durch den Kalkgehalt der Blößen alkalisch gewordene Tannin beruht, die Flecken sind also auch die Folge einer chemischen Reaktion. Aber derartige Kalkflecken verschwinden bei weiterer Gerbung in der sauren Brühe. Die Fleckenbildung auf Ledern ist aber nicht immer auf eine einfache chemische Veränderung des vom Hautgewebe aufgenommenen Tannins zurückführbar, vielmehr verursachen die Ausscheidungs- oder Abbau-Produkte der Mikroorganismen öfters die Fleckenbildung auf Leder.

EITNER hat einst auf einen gewaltigen Schaden der insbesondere mit australischer *Mimosa*-Rinde gegerbten Sohlleder aufmerksam gemacht. Obgleich dabei die russchwarzen oder rauchgrauen Flecken sich nur oberflächlich festsetzen, sind sie kaum durch Säure zu beseitigen, und andere Bleichmittel sind ebenfalls für die Entfleckung unwirksam. Die Entstehung dieser Flecken beruht nicht auf chemischer Reaktion, sondern auf der Körpersubstanz einer Kahlhefe selbst, welche auf dem Leder fest sitzt und später ausgetrocknet ist. Hierbei sei insbesondere hervorgehoben, dass die eigentlichen schwarzen Flecken nur dann auftreten, wenn die Haut mit *Mimosa*-Rinde gegerbt wurde; also der Gebrauch dieses Gerbmateri als steht mit der Fleckenbildung in irgend einer Beziehung, so dass die Flecken von EITNER *Mimosa*-Flecken genannt wurden.

Die schwarzen Flecken, welche ich in der eingangs erwähnten Lederfabrik in Senju bei Tokyo beobachtete, treten auf einem in Gerbung begriffenen Sohlleder auf, ihr Farbton ist russ- oder rauchschwarz und ganz unvertilgbar durch Säure und andere

Bleichmittel. Sie sind auch weder auf die Oxydation des Tannins noch auf die Ausscheidungs- oder Zersetzungs-Produkte von

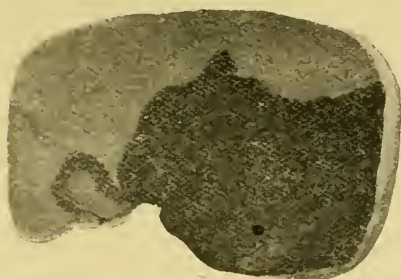


Fig. 7. Ein Stück Sohlleder mit schwarzem *Mycoderma*-Fleck. Nat. Grösse.

Mikroorganismen zurückzuführen. Diese Flecken bestehen, wie die mikroskopische Beobachtung lehrt, auch aus festsitzenden Kolonien unserer Kahmhefe. Diese *Mycoderma* bewirkt weder Oxydation des Tannins noch des Hydrochinons und Pyrogallols. Tyrosin, das als ein Zersetzungsprodukt des Keratins in Betracht kommt, wird auch

nicht von dieser Kahmhefe oxydiert. Die schwarzen Flecken sind nichts weiter als die ausgetrocknete Leibessubstanz der *Mycoderma*, wie beim Falle von EITNER. Obzwar diese Flecken an Farbton, Formen und Resistenz gegen Säure und Bleichmittel von den EITNERSchen *Mimosa*-Flecken kaum abweichen, steht die Herkunft derselben in keiner Beziehung mit der *Mimosa*-Rinde, die in genannter Fabrik gar nicht gebraucht wird. Man benutzt dort ausschliesslich Eichenrinde und Quebracho-Extrakt als Gerbmateriale.

Um die Fleckenbildung künstlich hervorzurufen, habe ich wiederholt das nass behaltene frische Lederstück mit der *Mycoderma* infiziert. Obwohl die dabei erzeugten Flecken öfters nicht so stark rauchschwarz, wie in der Natur waren, konnte man dieselben jedoch mit den üblichen Entfärbungsverfahren auch nicht entfernen.

X. Beschreibung von *Mycoderma tannica* nov. sp.

Dieser Hefepilz ist einer von den in der Gerberei auftretenden Arten, welche als Fleckenbildner von den Gerbern sehr gefürchtet werden. Er bildet häufig eine braunrote, dicke Kahmhaut auf der Gerbbrühe. Die Gestalt der ausgewachsenen Hefezellen ist gestreckt oder ellipsoidisch, manchmal halbmondförmig, $3.2\text{--}4\mu$ breit, $7.2\text{--}11.1\mu$ lang. Sie enthalten ein, zwei, bisweilen drei stark lichtbrechende Körperehen, welche an der Zellwand oder in

Vakuolen liegen. Der ganze Zellinhalt wird, besonders in guten Nährlösungen, z. B. Koji-Auszug, in mehrere sporenähnliche Fettröpfchen umgebildet. Dieser Hefepilz kann sich nur durch Sprossung vermehren. Er bildet keine Sporen auf Gypskultur bei 30°C., sondern eigentümliche runde Dauerzellen, die einen Durchmesser von 7·3—9·7 μ besitzen und mit Glykogen und Fettröpfchen erfüllt sind.

Die Riesenkolonie auf Soja-Agar zeigt einen mattgrauweissen Belag mit einer zentralen Vertiefung und radiärverlaufenden Falten; die auf Koji-Agar aber bildet einige konzentrische Kreise. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Diese *Mycoderma* bildet eine grauweisse Kahmhaut auf der Oberfläche der zum Wachstum geeigneten Kulturflüssigkeit. Die Kahmhaut fällt aber in einigen Tagen grossenteils als flockiger Bodensatz aus. Die weisse Decke auf der Kulturlösung I mit 1 Proz. Alkohol zeigt eine zarte gekörnte Oberfläche. Die Vegetation auf der Kulturlösung II (Ammoniumtartrat), die 0·5 Proz. Tannin enthält, stellt einen braunroten Hefering mit starken Falten dar. Auf der Kulturlösung II (Asparagin) mit 3 Proz. Tannin wird eine sehr dicke und gefaltete Haut gebildet, die eine Zeitlang nicht ausfällt.

Sie vergärt Glukose, Lävulose, Mannose, Maltose, Saccharose, Raffinose und α -Methylglukosid; nicht aber Galaktose, Laktose, Dextrin und Inulin. Ihre Gärkraft ist sehr schwach. Diese Art ist ein Säurebildner, welcher die Fähigkeit besitzt, Glukose und Alkohol in der Kulturlösung in Oxalsäure zu oxydieren; sie ist im stande, Essigsäure und Milchsäure zu zerstören, insbesondere wird die erstere als alleinige gute Kohlenstoffquelle ausgenutzt.

Dieser Pilz scheidet die Tannase aus. Tannin ist als die alleinige Kohlenstoffquelle nur in kleineren Konzentrationen anwendbar. Aber bei Anwesenheit anderer geeigneter Kohlenstoffnahrung wird das Wachstum des Hefepilzes durch den Tanninzusatz sehr befördert. Das Hefeerntegewicht der Kulturlösung II (Asparagin) mit Tannin war viermal so gross wie die Kontrolle ohne Tannin.

Der Kulturlösung zugesetzte Kalkverbindungen hemmen die Hefeentwicklung stark.

Dieser Hefepilz hat in vielen Beziehungen nahe Verwandtschaft zu dem Erreger der sogenannten *Mimosa*-Flecken¹⁾, vor allem in der Eigenschaft, auf gerbendem Sohlleder unvertilgbare schwarze Flecken zu bilden.

XI. Herkunft von *Mycoderma tannica*.

Um die in der Gerbb Brühe häufig auftretenden Schimmel- und Sprosspilze näher kennen zu lernen, habe ich die mikrobiologische Analyse der Flüssigkeit ausgeführt. Es erwiesen sich dabei folgende Pilzarten als ständige Bewohner der Gerbb Brühe.

Schimmelpilz-Arten:

Mucor Mucedo L.

Aspergillus niger VAN TIEGHEM.

Penicillium glaucum LINK.

Hefepilz-Arten:

Saccharomyces apiculatus HANSEN.

Saccharomyces Pastorianus REESS.

Mycoderma tannica nov. sp.

Torula-Arten.

Unter diesen Mikroorganismen sind die Hefearten in ihrer Keimzahl stark überwiegend. Bei *Mycoderma tannica* liegt die aufgefundene Keimzahl in 0.5 cem einer 1000 fachen Verdünnung der Gerbb Brühe meist zwischen 12—34.

Zu der Frage, woher die Keime dieser *Mycoderma* in der Gerberei gekommen sind, muss man zunächst die Herkunft aus dem Brunnenwasser und der Luft in Betracht ziehen. Im Brunnenwasser, welches in dieser Fabrik zur Verdünnung des Gerbmateri als und zu anderen Prozessen der Lederfabrikation gebraucht wird, sind bei wiederholten Untersuchungen nur Schimmelpilz-Arten, wie *Penicillium* sp. oder *Cladosporium herbarum*, öfters aufgefunden worden; aber kein einziges Mal Hefearten.

1) Nach ERTNER kommt der *Mimosa*-Fleckenbildner ausschliesslich in den Gerbereien vor, welche die *Mimosa*-Rinde als Gerbmateri al verwenden. Wenn auch diese *Mycoderma* auf *Mimosa*-Rinde reichlich aufzufinden sein soll, gelang es ihm doch nicht, sie rein zu kultivieren.

Wenn dagegen einige PETRISCHE Schalen mit Soja-Agar (vide S. 4) der Luft des Grubenhauses für 5 Minuten ausgesetzt werden, so zeigt sich die Entwicklung zahlreicher Kolonien von Schimmelpilz- und Hefearten, insbesondere im Juni, Juli, August:

Schimmelpilz-Arten:

Mucor Mucedo L.

Mucor racemosus FRES.

Rhizopus nigricans EHRENBERG.

Aspergillus glaucus LINK.

Aspergillus niger VAN TIEGHEM.

Penicillium glaucum LINK.

Penicillium sp.

Pestalozzia sp.

Verticillium glaucum BOX.

Cladosporium herbarum (PERS.) LINK.

Macrosporium cladosporioides DESM.

Alternaria tenuis NEES.

Fusarium roseum LINK.

Hefepilz-Arten:

Saccharomyces apiculatus HANSEN.

Saccharomyces Pastorianus REESS.

Mycoderma tannica nov. sp.

Torula-Arten.

Unter den oben genannten Pilzen wurden *Penicillium glaucum*, *Cladosporium herbarum* und *Mycoderma tannica* ein ganzes Jahr hindurch beständig aufgefunden, allerdings nahm die Zahl der Keime in den Wintermonaten stark ab. Vor und nach Juli traten die Keime von *Mycoderma tannica* überwiegend auf; in der Tat habe ich im Juli 86 dieser Keime in 10 Schalen gefunden. In späteren Monaten verminderte sich die Keimzahl immer, und im Januar zählte man davon nur 3 bis 4. Diese Erscheinung beruht ohne Frage auf den Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen der Luft. Die Temperatur im Grubenhaus schwankt im Juli zwischen 25—30°C. was die allergünstigste Bedingung für die Entwicklung dieser Kahlhefe ausmacht. Überdies werden nach einer bestimmten Gerbungszeit die Häute von den Gruben, deren Oberfläche

mit gut entwickelter Kahmhaut bedeckt ist, wiederholt herausgenommen, und in derselben Kammer zum Trocknen aufgehängt; so zerstreuen sich die auf den Häuten sitzenden vertrockneten Kahmhefekeime unzählig in der Luft des Grubenhauses. Die Arbeiter sind auch vorzügliche Vermittler der Hefekeimverbreitung von einem Grubenhaus zum anderen.

Merkwürdigerweise ist das Vorkommen des Hefekeims fast nur auf die Grubenhäuser beschränkt, und in anderen Räumen der Fabrik, z. B. in der Trockenkammer oder Lagerstätte, habe ich selbst in günstigen Monaten die Keime dieser *Mycoderma* niemals beobachtet, während Schimmelpilze reichlich darin vorkamen. Die schwache Widerstandsfähigkeit gegen die Vertrocknung ist sehr wahrscheinlich der Grund der besagten sehr beschränkten Verbreitung dieser Hefekeime. Daher stammen wohl diese Hefekeime weder aus dem Brunnenwasser noch aus der Luft her, sondern gelangten wahrscheinlich mit dem Tanninextrakt oder der Eichenrinde in diese Gerberei.

Anhang.

Über einige Fadenpilze, die auf dem Leder vorkommen.

Überblickt man die Art und Weise der Verbreitung der auf dem Sohlleder wachsenden Fadenpilze in dem Lagerraum, in der Trockenkammer und anderen Fabrikräumen, so liegt die Sache ganz einfach. Ungeachtet verschiedener Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse kommt dort *Aspergillus glaucus* fast ausschliesslich in Betracht, nur selten wurde auch *Penicillium* sp. aufgefunden. Jedoch legen diese Fadenpilze sich nur oberflächlich mit ihren Mycelien an die Narbe des Leders fest, aber sie besitzen kein besonderes Haftorgan und dringen nicht tief ins Gewebe hinein. Sie lösen wahrscheinlich durch das Ausscheidungsprodukt aus den Hyphen das an der Oberfläche des Leders zurückbleibende Material und benutzen dasselbe zur Ernährung, aber sie schädigen nicht das Leder, weder mechanisch noch durch die Exkrete.

Eine von Herrn S. DOIKAWA auf dem Oberleder aufgefundene Schimmelpilz-Art scheidet eine organische Säure in beträchtlichen

Mengen aus und erzeugt dunkle Flecken von unregelmässiger Form auf dem Leder an den von ihren Mycelien eingenommenen Stellen. Nach meiner Untersuchung ist dieser Pilz nichts anderes als *Citromyces Pfefferianus*, der bekanntlich Citronensäure ausscheidet. Obgleich dieser Pilz 1 mm tiefe Flecken bildet, dringt sein Mycel auch nicht ins Gewebe hinein, wie es bei anderen *Aspergillus* oder *Penicillium*-Arten der Fall ist.

XIII. Zusammenfassung.

1. Der von mir untersuchte Hefepilz gehört nach seinen morphologischen und physiologischen Eigenschaften zu der Gattung *Mycoderma* und bildet eine neue, noch nicht in der Literatur erwähnte Art, d. h. *Mycoderma tannica* nov. sp.

2. Auf Gyps, ohne Nährlösung bei 30°C. kultiviert, erzeugt er anstatt der Sporen rundliche grosse Dauerzellen, 7·3—9·7 μ im Durchmesser, die reichlich Glykogen und Fettröpfchen enthalten.

3. Die Hexosen, insbesondere Glukose und Lävulose, eignen sich vorzüglich als seine Kohlenstoffnahrung, dagegen sind Maltose, Laktose, Dextrin, Glykogen und Inulin nur schwach assimilierbar.

4. Alkohole sind in der Regel keine gute Kohlenstoffquelle für diese Hefepilz, selbst Glycerin und Mannit nicht vollwertig. Aber Äthylalkohol bildet hierbei ausnahmsweise ein geeignetes Nährmaterial, dessen 1 proz. Lösung in ihrem Nährwert ungefähr 3 Proz. Rohrzucker entspricht.

5. Die organischen Säuren (als Kaliumsalze) besitzen als alleinige Kohlenstoffquelle keine wesentliche Bedeutung, nur einige davon sind etwas assimilierbar.

6. Ammoniumsalze der anorganischen Säuren sind als Stickstoffquelle ziemlich gut anwendbar, wie Ammoniumsulfat und -phosphat; aber Nitrite und Nitrate schädigen die Entwicklung der *Mycoderma* durch die in der Kulturlösung zurückbleibenden oder neugebildeten NO_2 -Ionen.

7. Aminosäuren, insbesondere Asparaginsäure und Tyrosin,

sind die wertvollste Stickstoffquelle. Harnstoff, Biuret sowie Ammoniaksalze organischer Säuren werden auch als Stickstoffnahrung verwertet.

8. Diese Kahmhefe verträgt Tannin nur in schwachen Konzentrationen, wenn es als alleinige Kohlenstoffquelle dargeboten wird. Dagegen entfaltet sie ein ausgiebiges Zersetzungsvermögen auf Tannin in der Nährlösung, die neben dem letzteren Traubenzucker und Asparagin enthält. Sie entwickelt sich sogar in dieser 3 proz. Tannin-Kulturlösung, wobei etwa ein Drittel davon zum Verschwinden gebracht wird und das Erntegewicht 4 mal so gross ist wie die Kontrolle ohne Tannin.

9. Dieser Pilz zerstört Tannin durch Tannase-Ausscheidung unmittelbar, aber ihre Bildung hält nicht immer mit dem Wachstum gleichen Schritt.

10. Die alkoholische Gärung bei allen vergärbaren Zuckern, d.h. Glukose, Lävulose, Mannose, Maltose, Saccharose, Raffinose, ist so schwach, dass die Endvergärung schon nach etwa 6 Stunden erreicht wird, während dieselbe bei der Bierhefe, unter den gewöhnlichen Versuchsbedingungen, sich über eine Woche erstreckt. Dieser Hefepilz vergärt nicht Galaktose, Laktose, Dextrin und Inulin.

11. Die Gärkraft wird durch den Zusatz von Tannin bis zu einer gewissen Konzentration (ca. 3 Proz.) mehr oder weniger verstärkt, aber oberhalb dieser Grenzkonzentration kommt eine Hemmungserscheinung zu stande.

12. Beim Stoffwechsel werden Alkohol und Glukose in der Kulturlösung zum Teil in Oxalsäure und wenig Essigsäure verbrannt, wobei das Mengenverhältnis beider gebildeter Säuren von den Eigenschaften der Stickstoffquelle abhängt.

13. Diese Kahmhefe zersetzte die in die Nährlösung eingefügte 3 Proz. Milchsäure zur Hälfte. Sie verträgt bis 0.5 Proz. Essigsäure und kann dieselbe als gute Kohlenstoffquelle anstatt des Zuckers aufnehmen, während Milchsäure als alleinige Kohlenstoffquelle nicht tauglich ist.

14. Sie bildet russ- oder rauchschwarze Flecken auf gerben-dem Sohlleder, während dasselbe noch nass bleibt. Die Flecken sind mit Säuren oder Bleichmitteln nicht vertilgbar.

15. Bei starkem Wachstum dieses Sprosspilzes in den Gruben nimmt der Gehalt von Tannin, Essigsäure, Milchsäure und Alkohol in der Gerbb Brühe ab, überdies erschwert dieselbe das Wachstum und Gärvermögen anderer nützlicher Mikroorganismen.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung.	1
II. Morphologisches.	3
III. Ernährung.	5
1. Nährwert der Kohlenstoffnahrung.	7
2. Nährwert der Stickstoffnahrung.	13
IV. Vergärung der verschiedenen Zuckerarten	16
V. Bildung und Zersetzung der Säuren.	18
VI. Über die wachstumsbefördernde Wirkung des Tannins.	23
VII. Die Ausscheidung der Tannase.	29
VIII. Einfluss des Tannins auf die alkoholische Gärung.	33
IX. Die <i>Mycoderma</i> -Flecken auf dem Sohlleder.	33
X. Beschreibung von <i>Mycoderma tannica</i> nov. sp.	35
XI. Herkunft von <i>Mycoderma tannica</i>	37
Anhang. Über einige Fadenpilze, die auf dem Leder vorkommen.	39
XII. Zusammenfassung.	40

T. ASAI.

Physiologische Untersuchungen über eine Gerb brühe-Kahmhefe.

TAFEL I.

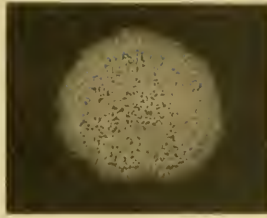
Erklärung der Tafel I.

- Fig. 1. Riesenkolonie von *Mycoderma tannica* bei 28°C. auf Soja-Agar nach einem Tage. Nat. Grösse.
- Fig. 2. Riesenkolonie von *Mycoderma tannica* bei 28°C. auf Koji-Agar nach einem Tage. Nat. Grösse.
- Fig. 3. Riesenkolonie von *Mycoderma tannica* bei 28°C. auf Würze-Agar nach einem Tage. Nat. Grösse.
- Fig. 4. Kolonien aus einzelnen Zellen von *Mycoderma tannica* bei 28°C. auf Soja-Agar nach 24 Stunden. Nat. Grösse.
- Fig. 5. Deckenbildung von *Mycoderma tannica* bei 28–30°C. auf Soja. 7 Tage alt.
- Fig. 6. Deckenbildung von *Mycoderma tannica* bei 28–30°C. auf Koji-Auszug. 7 Tage alt.
- Fig. 7. Deckenbildung von *Mycoderma tannica* bei 28–30°C. auf Würze. 7 Tage alt.
- Fig. 8. Kahlhautbildung von *Mycoderma tannica* auf Kulturlösung I (1% Äthylalkohol als C-Quelle) bei 28–30°C. 7 Tage alt.
- Fig. 9. Kahlhautbildung von *Mycoderma tannica* auf Kulturlösung I (6% Äthylalkohol als C-Quelle) bei 28–30°C. 7 Tage alt.
- Fig. 10. Kahlhautbildung von *Mycoderma tannica* auf Kulturlösung I (1% Äthylalkohol als C-Quelle) + 0.1% Tannin bei 28–30°C. 7 Tage alt.

1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



T. ASAI.

Physiologische Untersuchungen über eine Gerbbrühe-Kahmhefe.

TAFEL II.

Erklärung der Tafel II.

- Fig. 11. Kalmhautbildung von *Mycoderma tannica* auf der Kulturlösung II (1% Ammoniumsulfat als N-Quelle)+0·5% Tannin bei 28–30°C. 7 Tage alt.
- Fig. 12. Kalmhautbildung von *Mycoderma tannica* auf der Kulturlösung I (ohne Zucker)+0·05% Tannin bei 28–30°C. 14 Tage alt.
- Fig. 13. Kalmhautbildung von *Mycoderma tannica* auf der Kulturlösung II (1% Pepton als N-Quelle)+0·5% Tannin bei 28–30°C. 7 Tage alt.
- Fig. 14. Kalmhautbildung von *Mycoderma tannica* auf der Kulturlösung II (1% Asparagin als N-Quelle) bei 28–30°C. 7 Tage alt.
- Fig. 15. Kalmhautbildung von *Mycoderma tannica* auf der Kulturlösung II (1% Asparagin als N-Quelle)+3% Tannin bei 28–30°C. 7 Tage alt.
- Fig. 16. Kalmhautbildung von *Mycoderma tannica* auf der Kulturlösung II (1% Asparagin als N-Quelle)+5% Tannin bei 28–30°C. 7 Tage alt.
- Fig. 17. Kalmhautbildung von *Mycoderma tannica* auf der Kulturlösung II (1% Ammoniumtartrat als N-Quelle) bei 28–30°C. 7 Tage alt.
- Fig. 18. Kalmhautbildung von *Mycoderma tannica* auf der Kulturlösung II (1% Ammoniumtartrat als N-Quelle)+0·5% Tannin bei 28–30°C. 7 Tage alt.
- Fig. 19. Kalmhautbildung von *Mycoderma tannica* auf der Kulturlösung II (1% Ammoniumtartrat als N-Quelle)+1% Tannin bei 28–30°C. 7 Tage alt.

11



12



13



14



15



16



17



18



19



On *Dissotrema papillatum*, n. g., n. sp., an Amphistomoid Parasite from a Marine Fish.

By

Seitaro GOTO,

Professor of Zoology in the Science College, Imp. Univ., Tokyo,

and

the Late Mr. **Yasunaga MATSUDAIRA**, *Rigakushi*.*

With one Plate and two Text-figures.

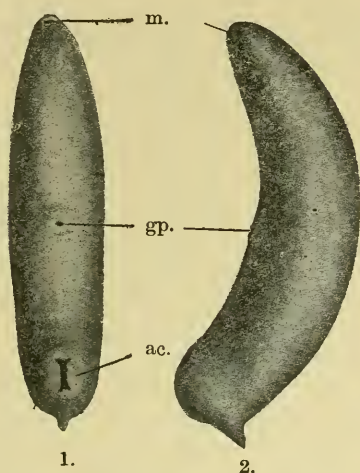
This trematode occurs in the rectum of *Siganus fuscescens* (HOUTTUYN), a marine fish distributed from Tokyo southwards to the Philippines. Of about fifteen fishes examined by us more than half were found to contain the parasites, varying in number from a few to fifty or seventy in a single fish. The form of the body is strikingly like that of a *Paramphistomum*, so that we at first thought that the parasite belonged to that genus; but a cursory examination of the internal organization convinced the senior author at once that it could not possibly be referred to the same genus, and so a detailed study of it was undertaken.

The body may be 3.5 mm. long by about 0.6 mm. at the broadest part; in mounted specimens flattened under the pressure of a cover slip it may be as wide as 1 mm. It is sausage shaped,

* MR. YASUNAGA MATSUDAIRA was born in Tokyo on the 23th of May, 1889, as the eldest son of Viscount YASUTAMI MATSUDAIRA, formerly Prince of Tsuyama in the Province of Mimasaka. After completing the necessary preliminary education, he entered the Science Section of the First High School and was admitted into the Science College of this University in July, 1910. He finished the course in Zoology with credit in July, 1914, presenting as his graduating thesis a paper on the trematode described here. Shortly afterwards he was taken ill and died on the 19th of October, 1914. He leaves behind him the memory of an earnest and loyal character and his early loss is deeply mourned by all who knew him.

I have examined Mr. MATSUDAIRA'S slides and added some observations and drawings of my own. The text has been rewritten. S. G.

longitudinally concave on the ventral side, slightly tapering in front where it ends bluntly, and simply rounded at the hind end.



Text-fig. 1 and 2. *Dissotrema papillatum*.
× 18 diam.

1. Ventral view. 2. Lateral view. m—mouth,
gp—genital pore, ac—acetabulum.

Frequently the worm rounds itself up on the ventral side. The openings of the oral and posterior suckers and the genital aperture near the middle are very conspicuous. Another peculiarity of this worm is the presence of a relatively large papilla near the hind end in the dorsal median line, on the top of which the excretory system opens. The surface of the body is perfectly smooth, except for the minute conical sensory papillæ, which are

more numerous in the anterior parts of the body. The colour is light yellowish brown, owing to the presence of numerous fine pigment granules in the parenchyma. The cuticle or investing membrane is 4μ thick on the dorsal side at the middle of the body and slightly less on the ventral side.

The mouth is subterminal and transversely oval and surrounded by a lip-like prolongation of the body. The oral sucker which immediately follows is usually ellipsoidal; in four specimens mounted in toto it was respectively $298 \times 260\mu$, $268 \times 275\mu$, $275 \times 260\mu$ and $253 \times 253\mu$. Its lumen is flattened dorsoventrally and lined by the direct continuation of the cuticle. The oral sucker is surrounded by a very thin but distinct external limiting membrane, in which run very fine circular muscle fibres, mostly arranged in band-like groups separated from one another by narrow but distinct spaces. Under the microscope these fibres look exactly like the circular fibres of the body wall. Along the lateral margin of the lumen of the oral sucker there project into it in its posterior two-thirds a number of sharp dentiform spines stained

differently from the lining cuticle. The greater part of the oral sucker is formed by the muscular fibres, which are arranged in three groups, two of longitudinal fibres and one of radial. Of these the radial fibres are by far the most numerous, traversing the whole thickness of the wall of the sucker between the lining cuticle and the external limiting membrane and leaving comparatively little interspaces between. The individual fibres of this group are very fine, but they are for the most part united into bundles which lightly diverge towards the external limiting membrane. The inner longitudinal fibres are found between the bundles of the radial fibres immediately outside the lining cuticle, arranged in radiating groups, each of several layers of fibres, which appear in cross sections of the sucker as so many minute dots. The external longitudinal fibres are also found between the bundles of the radial fibres, but next the external limiting membrane, forming groups which are wider and farther separated from one another, owing to the greater intervals between the bundles of the radial fibres in this part. The bundles of the inner longitudinal fibres are separated from those of the outer by connective tissue. In the interspaces left by the three sets of muscle fibres above mentioned there are small, well stained gland cells, which open by long ducts along the anterior margin of the sucker.

The oral sucker is accompanied by a pair of dermal glands, each consisting of several cells and opening near the mouth. The cells lie in the parenchyma on either side of the sucker (fig. 1).

The acetabulum or posterior sucker is an ellipsoidal organ situated close to the hind end of the body and opening on the ventral surface by an aperture which is usually more or less I-shaped, the axis of the I being parallel to the long axis of the body. In four total mounts its size was respectively $528 \times 510\mu$, $528 \times 458\mu$, $475 \times 422\mu$ and $528 \times 493\mu$. Its wall is very thick, about 126μ , and bounded on the inner side by a cuticle which is the direct continuation of that of the ventral side of the body, and on the outer side by a thin limiting membrane separating it from the surrounding parenchyma. The muscular fibres which form the principal mass of the wall of the acetabulum are arranged in three groups, radial,

circular and irregularly meridional. The radial fibres which are very well developed traverse the whole thickness of the wall and are inserted at their ends to the cuticle and the external limiting membrane respectively and form more or less distinct bundles. The circular fibres form a layer of some thickness, about 8μ , immediately adjoining the lining cuticle, and form bundles separated from one another by those of the radial fibres. They are especially well developed at the front and hind ends of the acetabulum and are reinforced at the former by some additional bundles lying more outwardly in the same plane with the irregularly meridional fibres directly to be described, and form together a sphincter. The layer of irregularly meridional fibres lies just under the external limiting membrane, the fibres decussating irregularly with one another but running parallel to the limiting membrane and in some places meridionally. In the connective tissue of the acetabulum, between the bundles of the radial fibres and the layers of circular and irregularly meridional fibres, lie numerous, deeply stained unicellular glands, which open by long ducts mostly along the margin of the acetabulum, but in smaller numbers also on its whole inner surface. The ducts that open on the front margin of the acetabulum pass between the bundles of the circular and the irregularly meridional fibres mentioned above. In the parenchyma surrounding the acetabulum there are groups of unicellular glands which open on the body surface around the acetabular orifice.

The oral sucker is followed by the prepharynx, which is remarkable by its length and close windings and the structure of its inner lining. If straightened out it would be nearly as long as 3 mm., therefore about equal to the body length, but is wound upon itself so that in the natural state it occupies only one-fourth as much linear space. Taken as a whole, it may be said to describe two U's open in front, a smaller one inside a larger; the smaller, anterior and ventral, connected with the oral sucker by the front end of its left arm; the larger, posterior and dorsal, connected with the pharynx by the front end of its left arm, and the right arm of the smaller U continued to the right arm of the larger one (figs. 1, 3). The canal measures about 70μ from side to side, and

its inner lining, which may be as thick as 12μ in some places, appears as if composed of clear, small, polygonal prisms hard pressed against one another and separated only by deeply staining membranous partitions. In tangential sections of the prepharynx, the prisms naturally appear as so many clear polygonal spaces with deeply stained peripheries. Examination with high power objectives shows that the clear prisms are nothing else than the openings of the glands that surround the prepharynx along its whole length, and that the deeply stained partitions are the substance of the lining cuticle, which is the direct continuation of that of the oral sucker, but which has undergone a change in its physical condition owing to the pressure to which it must be subjected by the passage of so many glands through it. As a proof of the correctness of this interpretation we see that the cuticle is restored to its ordinary condition in those places where the secretory activities of the gland cells appear to be in a resting stage. In many places the free ends of the membranous partitions above mentioned appear in sections like cilia, and where the secretions are being poured into the prepharyngeal cavity, they may be observed forming a column corresponding to each clear prism and projecting inwards.

The prepharynx is accompanied in its whole length by numerous unicellular glands which invest it all around in cross sections and which we think it appropriate to call the *prepharyngeal glands* (fig. 3). They are arranged in more or less distinct groups of some ten or more cells each, separated from one another by the intervening parenchyma or pressed against one another in different degrees according to the different phases of their secretory activity. The cells are very deeply stained with haematoxylin when they are small, i.e. in the intervals of their secretory activity and more pale when they are large and contain much secretion in the cytoplasm. In the latter state the nucleus is usually spherical and vesicular and contains a single, well defined chromatin spherule in the centre. The duct which leads from each of these cells to the prepharyngeal lumen can be observed better when they are deeply stained, since the filling of these ducts by

the secretion makes them stain paler and distinguishable from the surrounding parenchyma with difficulty. One of the larger groups of prepharyngeal glands taken at random in a sagittal section of the worm measured 40μ in diameter. Next the lining cuticle of the prepharynx lies a layer of circular muscle fibres, followed by one of longitudinal fibres. The prepharyngeal glands lie at a short distance outside these muscle layers.

The prepharynx is continued posteriorly into an exceedingly muscular pharynx, an ellipsoidal or almost spherical organ measuring in three specimens mounted in toto $372 \times 312\mu$, 342×275 and $298 \times 298\mu$ respectively. Its lumen is flattened dorsoventrally and lined by a comparatively thick cuticle like that of the oral sucker, the direct continuation of that of the prepharynx. Its wall is almost entirely made up of muscle fibres which form numerous concentric bundles with the pharyngeal lumen as the axis. In the thickest part of the pharyngeal wall there are about twenty bundles lying one outside another, and in the median sagittal section of the pharynx, up to some sixty bundles are seen arranged one behind another, the bundles being polygonal owing to mutual pressure and separated from one another by an exceedingly thin layer of connective tissue. At the two ends of the pharynx there are some especially well developed bundles staining differently from the others, and serving as the sphincters. In the anterior sphincter which is much the stronger one, the bundles are arranged in some six or seven obliquely transverse layers separated from one another by distinct slit-like spaces. The posterior sphincter consists of only three or four similar layers of bundles.

The muscle fibres of the pharynx appear to be produced for the most part by two pairs of gigantic myoblasts closely applied, two on either side, to the lateral surface of its front half, and surrounding the whole organ with a coat of its sarcoplasm. Each one of these gigantic cells is accompanied by two or three smaller cells, probably of the same nature as the principal ones, and a number of very much smaller cells with deeply stained nuclei, which may possibly be nervous in nature.

The correctness of the contention of Looss, that the "pharynx" of authors in the *Paramphistomatidæ* is in reality the oral sucker is especially evident in this genus.

Next the pharynx comes the œsophagus, a very short section of the alimentary canal lined by the direct continuation of the cuticle of the former, which terminates abruptly behind and gives place to the epithelium of the intestine. Into the œsophagus open a number of unicellular glands, the *œsophageal* or *salivary*, the cells of which lie at some distance from the lumen, with which they are connected by long ducts. As a general rule these salivary glands stain lighter than the prepharyngeal.

The intestinal cæca are short and diverge at an angle of about 40° and are broader anteriorly and narrower posteriorly. In four specimens mounted in toto a cæcum measured respectively $616 \times 264\mu$, $616 \times 300\mu$, $598 \times 300\mu$ and $510 \times 229\mu$, as seen dorsoventrally. The hind ends of the cæca lie slightly behind the middle of the whole length of the body. The cæca are surrounded by double layers of muscle fibres, an inner of circular and an outer of longitudinal ones. The latter may be looked upon as the continuation of the corresponding layer of the prepharynx, because several of its fibres are seen to be directly continued into those of the other along the outside of the pharynx. The intestinal epithelium, which rests on a thin basement membrane, is of various thickness, but usually the cells are $12\text{--}32\mu$ in height, and their free ends show the pseudopodia-like processes frequently seen in digenetic trematodes.

The excretory pore lies at the top of the papilla already mentioned near the posterior end of the body; hence the papilla may be fitly called the excretory papilla (fig. 2). The pore leads into an elongated bottle-shaped cavity, the excretory vesicle, lying on the dorsal side of the acetabulum and extending forwards to about its middle, where it divides right and left into the two main excretory vessels. These diverge towards the lateral side of the body and proceed forwards with light windings just on the outside of the genital organs and the gut to about the level of the hind end of the brain. Here it turns upon itself and forms the recurrent vessel, which proceeds backwards, closely following its former course, and divides into several small branches

in the region of the acetabulum. From the recurrent vessel are given off a number of branches which are distributed to the different parts of the body. The finer ramifications of the excretory vessels have not been traced to our satisfaction, owing to the opaqueness of the worm in the living state, and we have not been able thus far to observe very young ones alive. The wall of the excretory vesicle is formed by a thin epithelium of finely granular appearance containing nuclei at wide intervals and resting on a basement membrane. Outside this lies a single layer of fine circular muscle fibres, which is continued at the apex of the excretory papilla into the circular muscle layer of the body wall. Short inconspicuous muscle fibres running in a longitudinal direction may sometimes be found around the excretory pore.

On the nervous system we have made only a few observations. The brain is situated directly behind the oral sucker, on the dorsal side of the prepharynx (fig. 2). It is transversely elongated and presents thickenings at the two ends, where nerve cells are especially numerous and from which large nerves are given out forwards, one on each side, on the dorsal side of the oral sucker and another large pair backwards. The latter are the main nerves that supply the greater part of the body and can be followed for a considerable distance, lying directly on the inside of the muscular layers of the body wall. A few additional nerves are shown in the figure.

The common genital pore lies in the median line of the body slightly backwards than the middle of the whole length and is relatively large. It leads into a spacious genital atrium lined by the direct continuation of the cuticle of the body surface and indistinctly divided into a dorsal and a ventral portion, into the former of which the male duct opens and into the latter the metraterm. Around the genital atrium are found groups of unicellular dermal glands opening by tolerably long ducts on the external cuticle.

The testes, of which there are two forming an oblique pair, lie just in front of the acetabulum, with which the posterior or right one may be partly overlapping (fig. 1). They are subglobular and measure $175\text{--}250\mu$ in diameter. From the front end of the right testis a slender vas efferens proceeds forwards obliquely to-

wards the right side of the body; and from the right side of the left testis a similar duct proceeds towards the right and obliquely forwards, and uniting with its fellow opens into the vas deferens (fig. 4). This is a large duct beginning with a sudden expansion where it joins the vasa efferentia and proceeding transversely across the body with a light posteriorly convex curvature, opens directly in front of the left testis into the next portion, which may be called the seminal vesicle. The wall of the vas deferens is formed by a thin membrane and is destitute of muscle fibres. The left vas efferens runs parallel to the vas deferens, the former on the dorsal side of the latter.

The seminal vesicle is a large spindle-shaped organ communicating with the vas deferens on the left side of the body by a constricted opening and lying transversely across the body directly in front of the vas deferens and parallel to it. At its right end it undergoes a narrow constriction forming a circular valve projecting into the next portion, the ejaculatory duct. The wall of the seminal vesicle is formed by a thin membrane exactly like that of the vas deferens, but in addition there is a layer of well developed circular muscle fibres. The seminal vesicle lies ventrally to the other genital organs found at the same level, and is like the vas deferens almost always filled with sperm. The ejaculatory duct is a canal of some length, whose calibre varies a great deal in different examples according to its sperm contents; in one of the examples that came under observation it was a slender canal and entirely empty. Usually however it is more or less enlarged and runs from where it joins the seminal vesicle forwards and slightly towards the left, and entering the penis sac opens near the centre of the latter into the penis. Its wall consists of a flattened or cubical epithelium resting on a basement membrane and containing well stained nuclei, followed by a layer of circular muscle fibres, on the outside of which there is a layer of strong longitudinal ones. The muscular coat is relatively thick, being about 8μ , and consequently the wall of the ejaculatory duct stands out quite distinctly even in total mounts. That part of the ejaculatory duct which lies outside the penis sac is surrounded on all sides by the *prostate glands*, conspicuously well

stained cells opening by long ducts in groups into the lumen of the ejaculatory duct. Corresponding to each group of these openings there is a group of vesicles containing a granular substance projecting into the cavity of the duct; these are nothing else than the secretions of the prostate glands, and since there are nearly as many vesicles in the duct as there are gland cells outside it, the former form an almost exact reflected picture of the latter. From the fact that these vesicles are found in nearly all examples we may infer that the secretion of the prostate glands dissolves away only very slowly in the ejaculatory duct.

The penis is a dorsoventrally flattened, wide duct with a thick wall, describing, when completely retracted, a round **U** opening by its left end into the genital atrium and terminating blindly at the other end. Where it overlaps with the ejaculatory duct it lies on the ventral side of the latter, which opens into it from the median side at a short distance from its blind termination (fig. 4). The lining cuticle, which is the direct continuation of that of the genital atrium, is quite thick, and its free surface is covered with very fine granules, which assume in some places the form of stiff-looking hairs. Outside the cuticle is a layer of circular muscle fibres followed by one of longitudinal. The thickness of the wall of the penis including the muscular coat is about 12μ . The penis is surrounded by numerous unicellular glands similar to the prostate but staining less deeply and opening in groups into the cavity of the penis. Their secretion does not form vesicles like that of the prostate glands and is probably of a sticky nature, covering the surface of the penis when it is everted for copulation. The fine granules and stiff-looking hair-like structures mentioned above as occurring on the surface of the penis cuticle are probably due to the presence of the secretion of these glands, which may be called the *penis glands*.

The penis sac is an oval muscular organ lightly flattened dorsoventrally and enclosing the distal part of the ejaculatory duct and the whole of the penis together with its numerous glands. Its wall is formed by two well developed layers of muscles, an inner of transverse and an outer of longitudinal fibres. The inter-

spaces left by the enclosed organs above mentioned are filled by a loose parenchyma, in which a few gigantic cells, probably myoblasts, with well stained cytoplasm and large processes directed towards the inner muscular coat of the penis are present. The outer muscular coat of the penis sac appears to be the product of about five myoblasts much smaller than the principal ones of the pharynx, which are closely applied to the outer surface of the sac and send out a sarcoplasmic mantle surrounding it. They are inconstant in position but are mostly situated on the dorsal side of the sac.

The ovary is a rather small, subglobular organ situated on the right side of the median line, roughly between the middle and the last third of the body length, near the dorsal side (figs. 1, 3, 4). It is surrounded by a thin membrane with an opening at the anteromedian corner of the ovary, where the oviduct takes its rise. The membrane is surrounded by a layer of very fine circular muscle fibres, and near its opening there are two nuclei embedded in it, probably the nuclei of the matrix cells. The contents of the ovary consist entirely of ova in different stages of development, the smaller and immature ones lying close together at the blind end of the ovary, and the larger and maturer ones near the oviduct. The latter begins at the opening of the ovarian membrane above mentioned and is immediately expanded into a small chamber, in which spermatozoa are usually present, and which may therefore be called the *insemination chamber*.^{*} From this the oviduct continues its course transversely across the median line towards the left side, and after receiving the openings of the seminal receptacle, the LAURER'S canal and the median yolk duct on its way, expands into the ootype, which is an ellipsoidal organ situated in the left half of the body close to the median line and surrounded by the numerous glands of MEHLIS, or shell glands (fig. 4). The ootype is continued into the uterus which makes a few windings in the left half of the body, between the penis sac and the seminal vesicle. At

* Looss calls it "Befruchtungsraum" in several of the distomes described by him in his publication of 1894.

its last loop it is usually more or less notably expanded and passes into the metraterm, which proceeds thence almost straight forwards on the left side of the penis sac, and at the level of the common genital pore makes a sudden turn towards it and opens into the ventral portion of the genital atrium. The uterus contains but few eggs at a time, about 5–10 all told. The egg is asymmetrical and is provided at one pole with a very short stalk-like process, the operculum being found at the other pole. The dimensions of the egg as measured in the three different aspects shown in fig. 5 are (a) $78 \times 39 \mu$, (b) $78 \times 41 \mu$, (c) $47 \times 37 \mu$. The shell is dark brown in older eggs.

The oviduct receives at a short distance from the insemination chamber the opening of the seminal receptacle. This is a comparatively large, flask-shaped vesicle lying just in front of the right testis, on the dorsal side of the vas deferens and the seminal vesicle and is nearly always filled with sperm. The neck is nearly as long as the body, and communicates just before opening into the oviduct with the LAURER'S canal. This is a tolerably long canal with a thick cuticular wall and a narrow lumen and proceeds from the point of its origin dorsalwards, and after making a few light windings on the way, opens on the dorsal surface of the body at some distance to the left of the median line.

The vitellarium lies between the oral sucker and the penis sac, in the superficial part of the parenchyma, all around the body as seen in a cross section, therefore enveloping the alimentary system on nearly all sides (fig. 1). The lobes are relatively small and on the dorsal side they extend from a little behind the oral sucker to about the hind end of the penis sac and do not show any regular arrangement; but in some examples the paired condition is suggested by the presence of a median portion free of the lobes. On the ventral side the lobes are arranged roughly in the shape of an **X**, with the point of intersection on the ventral side of the œsophagus and with an irregular connection between the two arms at the front end; the anteroposterior extension nearly coinciding with that of the dorsal portion but stopping a little shorter behind at about the level of the genital pore. In the

region of the prepharyngeal windings the dorsal and ventral portions pass into each other without any break. There are two principal yolk ducts running longitudinally on each side of the body, one for the dorsal vitellarium, the other for the ventral. They are very distinct near the hind end of the vitellarium, whence they proceed backwards and unite at about the level of the ovary and form the paired yolk ducts. These turn towards the median line of the body, passing on its way between the LAURER'S canal and the seminal receptacle on the dorsal side and the seminal vesicle on the ventral, and unite to form the yolk reservoir, from which a short unpaired yolk duct leads forwards to the oviduct, into which it opens directly before the ootype. As to the structure of the walls of the female ducts, the following may be added: the oviduct has a syncytial wall with very few scattered nuclei, surrounded by a layer of fine circular muscle fibres, which form a sphincter at either end of the insemination chamber; the seminal receptacle has also a similar wall surrounded by an inner layer of circular and an outer of longitudinal fibres; the ootype is provided with an epithelial wall whose cell boundaries are not apparent, followed by an inner circular muscle and an outer longitudinal of exceedingly fine fibres; the uterus has an epithelial wall, whose cells are closely in contact with one another at their bases and project free into the lumen, the muscular coat consisting of inner circular and outer longitudinal fibres, the latter few in number; the wall of the metraterm is cuticular like that of the genital atrium and has the same muscle layers as the uterus. The LAURER'S canal and the yolk ducts appear to be entirely destitute of a muscular coat.

About the parenchyma we want to note the presence of subcuticular cell groups and of lymph spaces. The former are arranged in some parts at nearly regular intervals a short distance away from the cuticle, and each group consists of a few to some dozen relatively small cells with a compact nucleus and an apparently homogeneous or finely granular cytoplasm, both staining well with hæmatoxylin. They are probably of glandular nature

and appear to open on the cuticle. The dermal glands before noted as lying on either side of the oral sucker are probably special developments of these subcuticular cell groups. As to the lymph spaces they are especially well developed in this species, and although we have not been able to make out their mutual connections thoroughly, there is no doubt that they consist in the main of longitudinal vessels extending nearly the entire length of the body. At the level of the intestinal cæca one can count as many as fifteen spaces in a cross section, most of them immediately surrounding the cæca but some lying at some distance away from them. At the level of the genital pore they are situated around the intestinal cæca and on the dorsal and lateral sides of the penis sac; and at the two ends of the body, where the spaces are less in number, they are situated on the dorsal side of the respective suckers. In some sections it appeared to us that some of these spaces fused and communicated with the neighbouring ones.

There is no doubt that this new genus is most nearly allied to the *Paramphistomatidæ*. Aside from the general form of the body with the two suckers at either end, the character of the prepharynx, the development of a muscular pharynx in its course, and above all the presence of a lymph system are characters which can be noted in varying degrees in the members of that family. Thus FISCHÖDER [p. 491] mentions a certain degree of the winding of the prepharynx ('oesophagus' according to his terminology) as a distinguishing character of the *Paramphistomatidæ*, but it is carried to an extreme in our new genus, as above described. Again the presence of gland cells around the prepharynx appears to be a characteristic of that family, so far as its members have been studied with reference to this point. A muscular pharynx, more or less well developed, somewhere in the course of the prepharynx, is found in such forms as *Watsonius watsoni*, *Pseudodiscus hawkesii*, *Opisthodiscus diplodiscoides*, *Schizamphistomum spinulosum* and *Schizamph. scleroporum*. As to the lymph system its significance has been so ably pointed out not long ago by ÖDNER that I deem it sufficient merely to refer

to him. Notwithstanding these points of resemblance affiliating our new genus with the *Paramphistomatidæ*, there are others as sharply differentiating it from any of the members of that family. In the first place, the pretesticular position of the ovary is a character which appears to occur in none of the *Paramphistomatidæ*, and only in *Opisthodiscus diplodiscoides*, so far as I know, do the testes lie not in front of the ovary but on the same level and extend further backwards than the latter. Again, the peculiar arrangement of the vitelline lobes appears to be a characteristic of the new genus, as also the short and relatively wide intestinal cæca extending but little into the posterior half of the body. In view of these points of resemblance and difference it appears to us that the question as to whether to refer the new genus to a distinct family from the *Paramphistomatidæ* is more a matter of convenience than of principle; but it is in our opinion sufficiently different to justify the erection of a new family, which is then to be called *Dissotrematidæ* and may be diagnosed as follows:

Fam. *Dissotrematidæ*. Digenea with more or less cylindrical body; with oral sucker close to the front end, and acetabulum close to the hind end, of the body; with long convoluted prepharynx and well developed pharynx; ovary pretesticular; common genital aperture ventral and median; no buccal pouches, no ventral pouch.

Genus *Dissotrema*. Body sausage shaped, longitudinally concave on the ventral side, convex on the dorsal, only slightly attenuated at the front end, hind end well rounded; oral sucker surrounded by lip-like prolongation of body; acetabulum subterminal, opening on the ventral surface by a longitudinal slit-like aperture. Genital atrium present, opening in the ventral median line in the middle third of body; testes two, subglobular, in oblique pair, in front of acetabulum; ovary subglobular, pretesticular; vitellaria continuous across the median line; the whole genital organs with the exception of the vitellaria in posterior half of body; penis sac present. Prepharynx long, convoluted; pharynx very well developed; intestinal cæca short; digestive system almost entirely in front of genital pore. Excretory vesicle elongated bottle-shaped, opening by its slender end close to

the hind end of body, dorsal to acetabulum; paired excretory vessels proceeding from anterolateral corners of the vesicle.

D. papillatum. Body smooth except for the sensory papillæ, about 3.5 mm. long, 0.6 mm. wide, cylindrical, with a conspicuous excretory papilla on the dorsal median line close to the hind end of body. Oral sucker usually ellipsoidal, length 0.25–0.3 mm., width 0.25–0.28 mm.; acetabulum comparatively small, ellipsoidal, length 0.48–0.53 mm., width 0.42–0.51 mm., opening ventral, I-shaped. Prepharynx describing a double U, one within the other, the inner U continued to the oral sucker, the outer to the pharynx; pharynx subglobular or ellipsoidal, 0.28–0.37 mm. in diameter, very muscular, at hind end of prepharynx, between the anterior and middle third of body; intestinal cæca immediately following the pharynx, elongated ovate when viewed dorsoventrally, with the attenuated end directed backwards, the two communicating with each other by a wide passage immediately behind the pharynx, only about one-half of the cæca extending into the posterior half of body. Genital pore only slightly behind the middle of body, fairly large, transversely oval; penis sac dorsal and mostly posterior to genital pore, oval, occupying about one-third of the breadth of body. Right testis posterior, closely in front of acetabulum or partly overlapping it, may be submedian; left testis obliquely in front of the right; prostate glands and penis glands well developed. Vasa efferentia uniting in right half of body and opening into the vas deferens between ovary and testis; vas deferens transverse, at same level with seminal receptacle; seminal vesicle spindle-shaped, transverse, immediately in front of vas deferens, communicating with the latter in left half of body; ejaculatory duct nearly straight, antero-posterior, joining the seminal vesicle at its right end, penetrating the penis sac; penis when completely retracted U-shaped, flattened dorsoventrally, receiving the ejaculatory duct near its right end, opening at the other into the genital atrium. Ovary small, subglobular, in right half of body between penis sac and right testis; uterine windings few and simple, in left half of body between penis sac and paired yolk duct; metraterm on left side of penis sac, curving towards the median line and opening into the genital atrium.

Seminal receptacle large, flask-shaped, between ovary and right testis; LAURER's canal present, opening on the dorsal side in left half of body. Vitellarium extending from level of genital pore forwards to between the oral sucker and prepharyngeal convolutions, situated around the digestive tract; two yolk ducts proceeding backwards on either side from hind end of vitellarium, they soon unite to form the paired yolk ducts; yolk reservoir submedian, midway between testes and penis sac. Eggs asymmetrical, with a short, blunt stalk-like projection at one end. Excretory vesicle opening on top of the papilla above mentioned, extending forwards a little farther than middle of acetabulum; main excretory vessel reaching forwards to about the level of the brain, where it turns backwards to form the recurrent vessel.

Host. *Siganus fuscescens* (HOULTUYN).

Bibliography.

- BRAUN, M.—Trematoden der Chelonier. *Mitteil. Zool. Mus. Berlin*, Bd. 2, p. 1–58. 1901.
- COHN, L.—Zur Kenntnis einiger Trematoden. *Centralb. Bakter. Parasitenk.*, Bd. 34, p. 35–42. 1903.
- „ *Helminthologische Mitteilungen II.* *Arch. Naturg.*, Jahrg. 70, Bd. 1, p. 229–251. 1904.
- DADAY, E. v.—In südamerikanischen Fischen lebende Trematoden-Arten. *Zool. Jahrb. Syst.*, Bd. 24, p. 467–590. 1907.
- DIESING, C. M.—*Systema helminthum.* 1850–1851.
- „ *Revision der Myzhelminthen. Abtheil. Trematoden.* 1858.
- „ *Nachträge und Verbesserungen zur Revision der Myzhelminthen.* 1859.
- DUJARDIN, F.—*Histoire naturelle des helminthes ou vers intestinaux.* 1845.
- FISCHOEDEK, F.—Die Paramphistomiden der Säugetiere. *Zool. Jahrb. Syst.*, Bd. 17, p. 483–660. 1903.
- INNES, J. A.—*Gastrohylax bubalis* n. sp. with a few Notes on the Genus *Gastrohylax* (POIRIER). *Parasitology*, Vol. 5, p. 217–226. 1913.
- JOHNSTON S. J.—On some Trematode Parasites of Australian Frogs. *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, Vol. 37, p. 285–362. 1912.
- LAURER, J. F.—*Disquisitiones anatomicæ de Amphistomo conico.* 1830.
- LEIFER, R. T.—The Entozoa of the Hippopotamus. *Proc. Zool. Soc. London* 1910, p. 233–251. 1910.
- LINTON, E.—*Helminth Fauna of the Dry Tortugas. II. Trematodes.* *Publ. Carnegie Inst. Washington*, No. 133, p. 11–98. 1910.
- LOOSS, A.—Ueber *Amphistomum subelavatum* RUD. und seine Entwicklung. *Festschr. f. LEUCKART*, p. 147–167. 1892.
- „ *Die Distomen unserer Fische und Frösche.* *Zoologica* 16. 1894.
- „ Ueber neue und bekannte Trematoden aus Schildkröten. *Zool. Jahrb. Syst.*, Bd. 16, p. 411–894. 1902.
- „ Ueber den Bau einiger anscheinend seltner Trematoden-Arten. *Zool. Jahrb. Syst., Suppl.* 15, p. 323–366. 1912. This Supplement has not reached this Institute down to date, hence we had to rely on the abstract given in the “*Zoologischer Jahresbericht*” of Naples.
- MACCALLUM, W. G.—On two new Amphistome Parasites from Sumatran Fishes. *Zool. Jahrb. Syst.*, Bd. 22, p. 667–678. 1905.
- „ Some new Species of Parasitic Trematodes of Marine Fishes. *Zoopathologica*, Vol. 1, No. 1, p. 5–38. 1916.
- „ Some new Forms of Parasitic Worms. *Zoopathologica*, Vol. 1, No. 2, p. 46–75. 1917.
- ODHNER, T.—Zum natürlichen System der digenen Trematoden I. *Zool. Anz.*, Bd. 37, p. 181–191. 1911.

- OTTO, R.—Beiträge zur Anatomie und Histologie der Amphistomeen. Leipzig. 1896.
Not accessible to us.
- RUDOLPHI, C. A.—Entozoorum sive vermium intestinalium historia naturalis. 1808–1810.
- „ Entozoorum synopsis. 1819.
- SHIPLEY, A. E.—*Cladorchis watsoni* (CONYNGHAM) a Human Parasite from Africa. Univ. Liverpool THOMSON YATES and JOHNSTON Laboratories Report, Vol. 6, Pt. 1, p. 3–9. 1905.
- STILES, C. W., and GOLDBERGER, J.—A Study of the Anatomy of *Watsonius* (n.g.) *watsoni* of Man and of nineteen allied Species of Mammalian Trematode Worms of the Superfamily Amphistomoidea. 1910.

Published July 13th, 1918.

S. Goto and Y. Matsudaira :
ON DISSOTREMA PAPILLATUM.

PLATE I.

Explanation of Plate I.

Dissotrema papillatum.

- Fig. 1.** An entire worm viewed from the ventral side, to show the principal organs. From a total mount. $\times 45$ diam.
- Fig. 2.** An entire worm viewed from the dorsal side, to show the nervous and excretory systems. $\times 45$ diam.
- Fig. 3.** A sagittal section of the worm. $\times 33$ diam.
- Fig. 4.** The genital organs with the exclusion of the vitellarium; dorsal view. $\times 125$ diam.
- Fig. 5.** An egg shell in three different aspects respectively at right angles to one another. $\times 383$ diam.
-

Abbreviations.

ac	acetabulum.	pe	penis.
br	brain.	pg	prostate gland.
cg	penis gland.	ph	pharynx.
co	intestinal cæcum.	pp	prepharynx.
dg	dermal gland.	ps	penis sac.
ej	ejaculatory duct.	rs	seminal receptacle.
ex	excretory pore.	su	oral sucker.
gm.....	shell gland.	sv	seminal vesicle.
gp	genital pore.	t	testis.
ic	insemination chamber.	ut	uterus.
lc	LAURER's canal.	ves.....	excretory vesicle.
m	mouth.	vit.....	vitellarium.
mt	metraterm.	yd	yolk duct.
ov	ovary.	yr	yolk reservoir.



F

F

F

F

F

Description of Some Japanese Polyclad Turbellaria.

By

Megumi YERI, *Rigakushi*,

Zoological Laboratory, Nara Higher Normal School for Women,

and

Tokio KABURAKI, *Rigakushi*,

Zoological Institute, Science College, Tokyo Imperial University,

With 2 plates and 48 textfigures.

Very little has hitherto been known of the Polyclad fauna of the Japanese coasts. Our studies on the group, obtaining material chiefly from the neighbourhood of Misaki and in part from the coasts of the provinces Awa and Suruga, have thus far revealed twenty-six species, of which seventeen seem to be new to science and which may be referred to fourteen genera. It is now proposed to give in the following brief descriptions of all the forms studied. Certain forms found by YERI—including what appeared to be a *Cestoplana* sp. and an *Acelis* sp.—are left out of consideration in this paper, since the specimens were not in a state fit for close study or exact identification. It is exceedingly probable that a more intensive search in the same regions will bring to light many more new and interesting forms.

Here we beg to express our hearty thanks to Professor I. IJIMA for many valuable aid rendered us during the work. It may also be mentioned here that the collecting of the material and the original preparation of all the figures embodied in this paper were made by YERI several years ago.

List of the species described in this paper.

Order **POLYCLADIDA.**Suborder **ACOTYLEA.**A. Section **CRASPEDOMMATA.**Family **Discacelidae.**

1. *Discocelis japonica*, n. sp.

Family **Stylochidae.**

2. *Stylochus rutilus*, n. sp.
3. „ *ijimai*, n. sp.
4. *Bergendalia diversa*, n. sp.

B. Section **SCHEMATOMMATA.**Family **Leptoplanidae.**

5. *Notoplana humilis* (STIMPSON).
6. „ *delicata*, n. sp.
7. *Hoploplana ornata*, n. sp.

Family **Planoceridae.**

8. *Neoplanocera elongata*, n. gen., n. sp.
9. *Planocera reticulata* (STIMPSON).
10. „ *purpurea*, n. sp.
11. *Paraplunocera misakiensis*, n. sp.

Family **Disposolenidae.**

12. *Pseudostylochus takeshitai*, n. gen., n. sp.
13. „ *fulvus*, n. sp.
14. „ *obscurus* (STIMPSON).
15. *Callioplana marginata* STIMPSON.

Suborder **COTYLEA.**Family **Pseudoceridae.**

16. *Thysanozoon brocchii* (GRUBE).
17. *Pseudoceros reticulatus*, n. sp.
18. „ *lacteus* (COLLINGWOOD)?
19. „ *luteomarginatus*, n. sp.
20. „ *nigromarginatus*, n. sp.

Family **Euryleptidae**.

21. *Cycloporus papillosus* (M. Sars).

Family **Prosthiostomidae**.

22. *Prosthiostomum siphunculus* (DELLE CHIAJE).
 23. „ „ *grande* STIMPSON.
 24. „ „ *marmoratum*, n. sp.
 25. „ „ *awaense*, n. sp.
 26. „ „ *rubropunctatum*, n. sp.

Suborder **ACOTYLEA** LANG.A. Section **CRASPEDOMMATA** BOCK.Family **Discocelidae** LAIDLAW.Genus **Discocelis** EHREG. 1836.1. **Discocelis japonica**, n. sp.

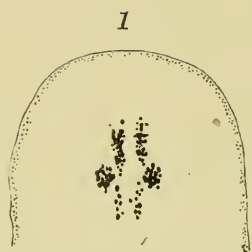
(Pl. II., fig. 3.—Textfig. 1).

A large number of this new species were obtained at Misaki, Enoura in Prov. Suruga, and Shirahama in Prov. Awa, at the low-tide mark.

Body broadly oval, rather thick and of a moderately firm consistence, usually reaching 40 mm. in length and 20 mm. in breadth.

Colour of dorsal surface light vinaceous cinnamon, darker in the central parts, and uniformly spotted all over with small darkish brown blotches which become gradually smaller and fainter towards the body margin. Ventral surface much paler than the dorsal, without the blotches. Pharynx and genital system discernible to a certain degree on the outside.

Tentacles absent. Tentacular eye-spots occurring in two round, crowded clusters, situated at a distance of about one-fifth the body-length from the anterior end and separated from each other by a distance of 2 mm.; each cluster consisting of 15–20 eye-spots, surrounded by a clear space. Cerebral eye-spots present



Textfig. 1. Eye-spots of *Discocelis japonica*.

in two elongate clusters on each side of the median line; each cluster divided by the brain into an anterior and a posterior group, the former consisting of more numerous and more crowdedly occurring eye-spots than the latter. Further, numerous marginal eye-spots distributed in a horseshoe-shaped tract close to the head margin; there existing

in the width of that tract commonly two or three eye-spots (textfig. 1). The tract may extend posteriorly on either side to the level of the anterior end of pharyngeal chamber.

Mouth situated nearly in the centre of body, sometimes even in front of it. Pharyngeal chamber extending nearly throughout the second and third quarters of body-length, supplied with numerous lateral diverticula corresponding to pharyngeal folds. Main gut giving rise to about 12 pairs of lateral intestinal branches; the subbranches not undergoing anastomosis.

In structural respects of the genital organs, the present species agrees well with *Discocelis tigrina* (BLANCHARD) from Naples. The seminal canals are continuous across the median line near the posterior body-end. From that point they swing forward on each side, diverging all the while up to either the hind end of pharyngeal chamber or near the commencement of the last quarter of the latter. Here they turn abruptly backward and inward, and after running for some distance parallel to their outer limb, pass inward to unite into a single duct, the ejaculatory duct, which runs to the penis without forming a seminal vesicle. The penis is a large blunt snail-foot-like body vertically placed in the anterior parts (antrum musculinum) of the ellipsoid antrum. This opens to the exterior at a distance of about 7 mm. behind the mouth. The prostate is represented by a large number of glands of a prostatic character, found in the walls of penis and of antrum musculinum, quite as in *D. tigrina*.

In its hind parts the antrum gives rise to the vaginal canal, which, surrounded by numerous shell glands, pursues a somewhat

tortuous course upward and backward, and after receiving the unpaired common uterine duct, proceeds farther backward to enter the horseshoe-shaped accessory vesicle in the medial part.

In the features of its anatomy the worm is apparently closely allied to *Discocelis tigrina* (BLANCHARD) [LANG 1884] known from Naples, but may be distinguished from this in the colour marking as well as in the arrangement of cerebral eye-spots. On the strength of that fact, the present Japanese form may be held to be specifically distinct from the Neapolitan.

Family **Stylochidae** STIMPSON (BOCK 1913 emend.).

Genus **Stylochus** EHRLG. 1831.

2. *Stylochus rutilus*, n. sp.

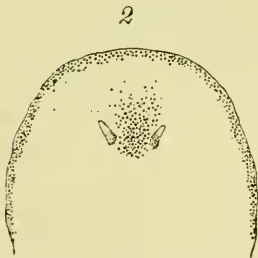
(Pl. II., fig. 1.—Textfig. 2).

A single specimen of this new species was obtained at Mera on the southern coast of Prov. Awa, in the summer of 1906.

Body oval or elliptical, of a moderately firm consistence, measuring 30 mm. in length and 15 mm. in breadth.

Colour of dorsal surface reddish orange or brick colour, dotted more or less uniformly with minute reddish spots. In the region of pharynx runs medianly a deeply reddish line, which may be bordered laterally by a zone of a much lighter tone in colour. Ventral surface pale whitish, without pigment, showing pharynx and reproductive system with moderate distinctness.

Nuchal tentacles short, conical, orange-coloured, situated at a distance of 5 mm. from frontal margin, and 3 mm. apart.



Textfig. 2. Eye-spots of *Stylochus rutilus*.

Tentacular eye-spots confined to the basal parts of each tentacle. Cerebral eye-spots distributed close together over the brain region and between the tentacles. Exceedingly numerous additional eye-spots present along body margin in the anterior half of the body (textfig. 2).

Mouth nearly exactly in the centre of body. Male and female genital apertures approximated, both situated near the posterior body end.

Numerous testes situated in the ventral half of body. The seminal canal of either side pursues a somewhat winding course before entering the lateral lobes of the seminal vesicle, which is a large trilobed muscular body as in *St. littoralis* (VERRILL), *St. orientalis* Bock, etc. The median vesicle gradually narrows towards the tip of penis, forming the ejaculatory duct. In its course, the duct receives dorsally that of the prostate a short distance in front of penis base. The prostate duct passes forward, dorsally to the ejaculatory duct, to join the prostate, which is of the *Djiboutiensis* type and is a pear-shaped, muscular organ divided into small compartments. Imbedded in the parenchyma around the prostate are numerous glandular cells opening into its lumen. The small conical penis is altogether devoid of chitinous spines or stylets and lies in the anterior part of the antrum musculinum.

As usual the ovaries are dorsally situated. The uteri run backward on either side of the median line, and open separately into the terminal part of the median egg-canal, which shows no sign of an accessory vesicle. The canal proceeds forward and then suddenly makes a downward turn to become the shell-gland passage, which opens to the exterior without forming a vagina bulbosa.

3. *Stylochus ijinai*, n. sp.

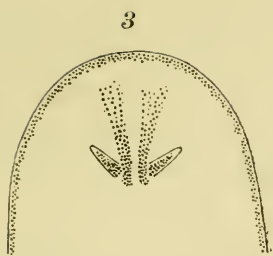
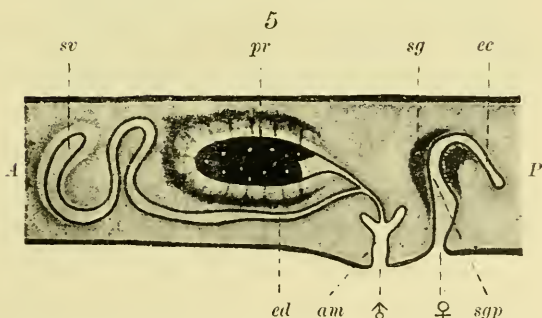
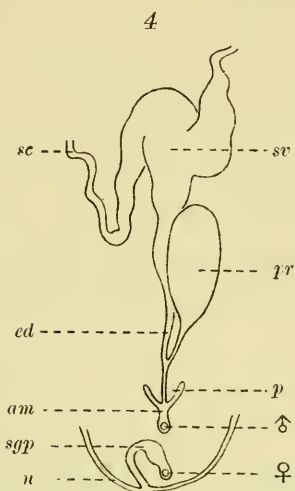
(Pl. II., fig. 8.—Textfigs. 3-5).

Numerous specimens of this new species were collected between the tide-marks in the neighbourhood of Enoura in Prov. Suruga.

Body broadly elliptical, leaf-like but rather thick and of a firm consistence, reaching 50 mm. in length and 30 mm. in breadth.

Ground colour of dorsal surface deeply buffy, dotted more or less uniformly with minute purplish gray pigment spots. Medianly in the region of pharynx there exists a deep brownish purple band, which fades away laterally. Ventral surface much paler, unpigmented, revealing pharynx and reproductive system as whitish spaces.

Nuchal tentacles slenderly conical, of a dark brown colour, situated at a distance of about 9 mm. from the anterior body margin, and 3 mm. apart from each other.

Textfig. 3. Eye-spots of *Stylacchus ijimai*.Textfig. 4. Diagrammatic combination figure of the genital end-organs of *St. ijimai*, as seen from the dorsal side.Textfig. 5. Semidiagrammatic representation of the genital end-organs of *St. ijimai* in sagittal section.

A anterior, am antrum musculinum, ec egg-canal, ed ejaculatory duct, P posterior, p penis, pr prostate, sc seminal canal, sg shell gland, sgp shell-gland passage, sv seminal vesicle, u uterus, ♂ male genital aperture, ♀ female genital aperture.

Tentacular eye-spots arranged close together on tentacles; cerebral eye-spots in two bands on either side of the median line, each band consisting of eye-spots arranged in linear series which slightly diverge anteriorly. Numerous marginal eye-spots not extending all round the body, but reaching to about the end of the anterior three-quarters of body on both sides (textfig. 3).

Mouth placed nearly in the centre of body; male and female genital apertures situated close to each other near the posterior body end.

Genital end-organs (textfigs. 4, 5) are essentially as in the preceding species or in *St. orientalis*. Seminal canal (sc) of each side communicates with the lateral lobe of the seminal vesicle (sv) which is a large trilobed organ. The median vesicle gradually narrows behind to continue itself into the ejaculatory duct (ed), which pursues backward a tortuous

course and receives the duct of the prostate (*pr*). The conical penis is of a small size and is vertically disposed in the penis sheath, which opens externally through the short tubular antrum.

After receiving as usual the uterine ducts, the median egg-canal (*ec*) pursues a somewhat tortuous course before expanding into the shell-gland passage (*sgp*) or the antrum femininum.

The present species seems to be nearly allied to *Stylochus orientalis* Bock (1913), but may be distinguished from it chiefly by the eye-spots in different arrangement as well as by the larger size and the grayish orange colour of body.

Genus ***Bergendalia*** LAIDLAW 1903 (emend.).

(Provisionally ranged under the Stylochidae).

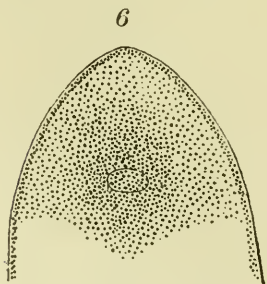
4. *Bergendalia diversa*, n. sp.

(Pl. II., fig. 15.—Textfigs. 6-8).

This new species is represented by two individuals which were captured at Shirahama in Prov. Awa near the low-tide mark, in the summer of 1906.

Body elongate-slender, moderately firm in texture, nearly uniformly broad for the most part of its length, narrowed at both its rounded or obtusely pointed ends. 35 mm. long by 6 mm. broad.

Dorsal surface of a grayish buff-pinkish colour, with a reddish median streak which laterally gradually disappears. Ventral surface much lighter coloured.



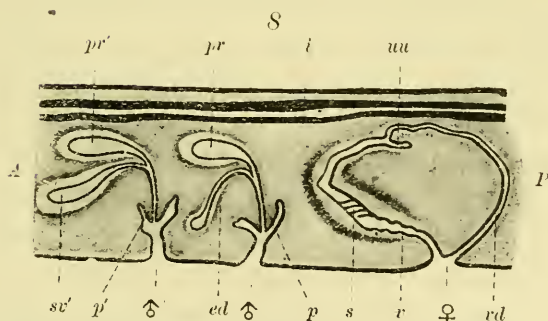
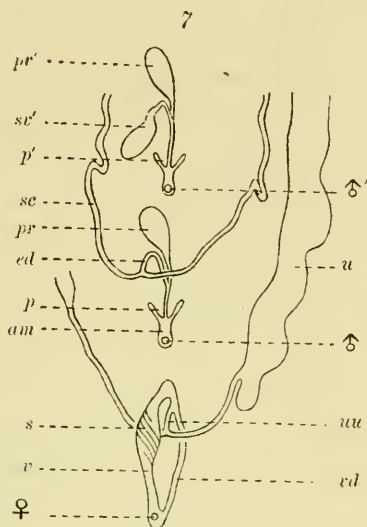
Textfig. 6. Eye-spots of *Bergendalia diversa*.

Tentacles wanting. Numerous marginal eye-spots present in a row or rows around the body; further, numerous eye-spots densely distributed all over the head end of body, as shown in text-figure 6.

Mouth situated slightly in front of the middle of body. Pharyngeal chamber with numerous lobed diverticula. Main gut running in the median line and

giving off numerous lateral intestinal branches; these repeatedly subbranch and anastomose, bringing about a network of rather narrow branchlets.

Three apertures open one behind another in the median line between the pharyngeal chamber and the posterior body end. The



Textfig. 7. Diagrammatic representation of the genital end-organs of *B. diversa*, as seen from the ventral side.

Textfig. 8. Semidiagrammatic genital end-organs of *B. diversa* in sagittal section.

i intestine, *p'* duplicate penis, *pr'* prostate-like organ, *s* spiral coils of vagina, *sv'* seminal vesicle-like organ, *uu* unpaired uterine duct, *v* vagina, *rd* vaginal duct. ♂ duplicate male genital aperture.

Other letters as in textfig. 4.

middle and the hindmost apertures are respectively the functional male and female openings, while the foremost may be called the duplicate male aperture. The functional male aperture (textfig. 7, 8, ♂) leads into the ciliated antrum musculinum (*am*), into which the small penis (*p*) projects vertically from above. The ejaculatory duct (*ed*), shortly after leaving the penis, divides into two ducts, dorsal and ventral. The former joins the anteriorly directed muscular prostate (*pr*), while the latter passes obliquely downward to bifur-

cate into two seminal canals (*sc*), without forming a seminal vesicle.

The duplicate male organs bear a close resemblance to the functional described above. The external aperture (♂) leads into

a space which corresponds to the antrum musculinum and into which the relatively small duplicate penis (*p'*) projects vertically from above. A short distance from it, the ejaculatory duct divides into two, similarly as in the functional male system. The dorsal of the two ducts thus formed passes anteriorly into a prostate-like organ (*pr'*), while the ventral leads into a muscular-walled blind vesicle (*sv'*) corresponding to the seminal vesicle.

The female aperture (♀) leads into the vagina (*v*) which is extensively surrounded by numerous shell glands and which proceeds obliquely forward and upward for some distance, being twisted at a part of its course into a compact spiral coil of some five turns (*s*). It then bends backward, becomes gradually narrowed, and is soon joined on the ventral side by the single uterine duct (*uu*) coming from behind. Beyond this point the vagina runs backward and downward, describing an arched course, which part is known by the name of vaginal duct (*vd*). This finally opens into the antrum femininum closely behind the vaginal aperture and just inside the external female aperture. Thus the vagina and the vaginal duct together form a nearly complete, irregular circle. The unpaired uterine duct is very short and divides posteriorly into two tubular uteri (*u*), which run forward on either side outside the seminal canal and are more or less distended by the ova they contain.

This remarkable and interesting species may be said to closely agree with *Bergendalia anomala* LAIDLAW (1903b) from Penang in all anatomical features, excepting the presence of eye-spots over the head-end surface and the duplicate penial organs being situated in front of, instead of behind, the functional penial organs. In our opinion, the difference may well be regarded as being of not more than specific value. The generic diagnosis of *Bergendalia*, hitherto known by the single species above referred to, should then be slightly modified to run somewhat as follows:

Craspedommata with elongate body, without tentacles. Marginal eyes in a crowded row or rows running completely round the body. With or without additional eye-spots distributed over head end. Pharynx large, much folded. Mouth subcentral. Three

genital apertures between mouth and posterior body end. Without true seminal vesicle. Prostate separated from ejaculatory duct and opening into it by a distinct duct. Penis unarmed. There occur a duplicate penial system either in front of or behind the functional. A part of vagina forming a prominent compact spiral coil. Vagina and vaginal duct running nearly in a circle and both opening into antrum femininum just within the external female aperture.

B. Section **SCHEMATOMMATA** BOCK.

Family **Leptoplanidae** STIMPSON (BOCK 1913 emend.).

Genus **Notoplana** LAIDLAW 1903.

5. **Notoplana humilis** (STIMPSON).

(Pl. II., fig. 6.—Textfigs. 9, 10).

Leptoplana humilis, STIMPSON 1857, pp. 4, 9.—DIESING 1862, p. 533.—LANG 1884, p. 496.

The specimens, which we identify with *Leptoplana humilis* described by STIMPSON from Hokkaido, is one of the commonest species in the neighbourhood of Misaki. Numerous specimens of the species have also been captured near the low-water mark at Shirahama in Prov. Awa and at Otaru in Hokkaido.

Body delicate, of an elongate shape in the creeping state, rounded at the anterior end, uniformly broad in most parts, gradually tapering to a blunt point at the hind end. Dimensions usually about 15 mm. long by 5 mm. broad, though largest individuals may reach 25 mm. in length.

Translucent; in dorsal view of an olive-buffy colour growing deeper towards median parts, partly due to the guts externally discernible with more or less distinctness; generally a light coloured longitudinal stripe present over the slightly folded pharynx. Testicular follicles and ovaries may appear as whitish spots. Ventral surface much paler than the dorsal. Genital end-organs also visible with moderate distinctness.

Tentacles small and somewhat rudimentary, bluntly pointed,

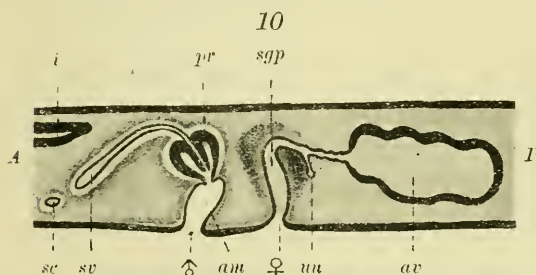


Textfig. 9. Eye-spots of *Notoplana humilis*.

situated at a distance of about 4 mm. from the anterior margin. Tentacular eye-spots in a crowded cluster at base of each tentacle; cerebral eye-spots scattered over the brain region on both sides of the median line (textfig. 9).

Mouth situated slightly in front of the centre of body. Pharyngeal chamber with some lobed diverticula. Main gut provided with numerous lateral branches, which subdivide but do not anastomose.

The seminal canals (textfig. 10, *sc*), running on either side of the pharynx, converge in front of the male genital opening and unite into an unpaired common canal, the ejaculatory duct. This makes a forward and upward bend and becomes continuous with the tubular seminal vesicle (*sv*) provided with muscular wall. The



Textfig. 10. Semidiagrammatic representation of the genital end-organs of *N. humilis* in longitudinal section.

av accessory vesicle of vagina.

Other letters as in textfigs. 4 and 7.

vesicle gradually narrows in its arched upward and backward course, and finally inserts itself into the pear-shaped prostate at the base. As is general in all species of the genus, the prostate (*pr*) consists of a number of saccular chambers arranged around the

outer end of the ejaculatory duct and opening into this at the base of the small and rudimentary penial projection. The chambers number about six in the present species. The penis is without any trace of stylets. The antrum musculinum is nearly cylindrical and opens externally at its lower end, a short distance behind the pharyngeal chamber.

The female aperture leads through the ciliated antrum into the shell-gland passage (*sgp*) which ascends vertically upward. The passage then bends backward, becoming gradually narrower at the

same time, and soon receives the common uterine duct (*uu*) on the ventral side. Beyond this point the passage is continued further backward but for a short distance as the duct of the accessory vesicle (*av*), which represents a swollen sac of an elongate shape. The common uterine duct divides, a very short distance from its junction with the shell-gland passage, into two lateral uterine ducts. These, extending anteriorly, skirt the pharyngeal folds and join together in the median line immediately in front of the pharynx.

The present species closely resembles in organization *Notoplana chierchæ* (PLEHN 1896a) from Valparaiso, Chili, but may be distinguished from this by the different arrangement of eye-spots and by certain features of the male genital organs.

6. *Notoplana delicata*, n. sp.

(Pl. II., fig. 14.—Textfigs. 11–13).

This is a fairly common species in the neighbourhood of Misaki. Numerous specimens of the species were also collected at Shirahama, Prov. Awa, near the low-tide mark.

Body in the creeping state elongate, anteriorly broadly rounded, with lateral margins even and nearly parallel for a large part of the body-length, but tapering in the hind parts down to the bluntly pointed posterior end of body. It usually measures 27 mm. long by 5 mm. broad. The body is of a delicate texture.

Dorsal surface of the translucent body buffy, showing a brownish orange stripe in the median line from behind eye-spots to the posterior body end. Numerous scattered testes and ovaries

are fairly well visible as whitish flecks. Ventral surface of a pale or weakly yellowish orange colour. On that side of body the pharynx and genital organs may be discerned with more or less distinctness.

Tentacles wanting. Tentacular and cerebral eye-spots (textfig. 11) blend together, but those posteriorly situated and of a somewhat larger size may be

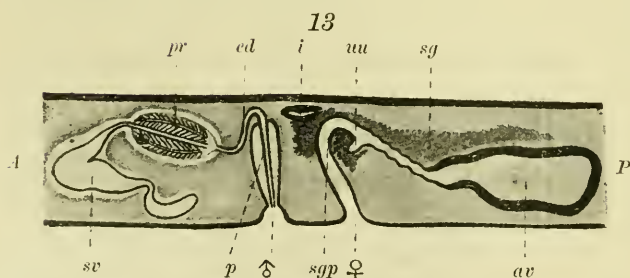
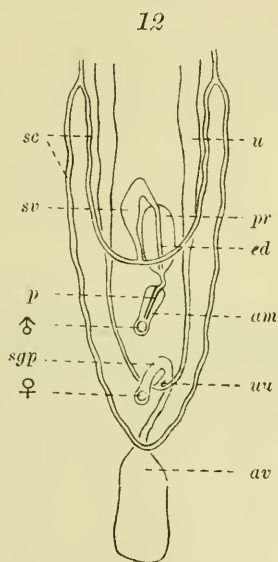


Textfig. 11. Eye-spots of *Notoplana delicata*.

regarded as the tentacular. The eye-spots are distributed on both sides of the brain which is positioned about 3 mm. from the anterior margin.

Seminal canals (textfig. 12, *sc*) of both sides continuous across the median line slightly behind the female genital opening, forming a loop. Anteriorly they extend to the level of the mouth, and then divide each into two limbs. One of these proceeds further forward, while the other turns abruptly backward and inward. The latter eventually unites with its mate of the other side in the median line and forms a short common duct, which soon passes from behind into the moderately large muscular seminal vesicle (textfig.

13, *sv*) situated behind the posterior end of pharynx. The anterior part of the seminal vesicle bends upward and backward, and is continuous with the slender ejaculatory duct (*ed*). This, after passing through the ovoid prostate (*pr*), pursues a somewhat tortuous course before entering the base of penis. The prostate is surrounded by a muscular sheath and contains seven small and slender chambers, which lie around the ejaculatory duct



Textfig. 12. Diagrammatic combination figure of the genital end-organs of *N. delicata*, as seen from the ventral side.

Textfig. 13. Semidiagrammatic representation of the genital end-organs of *N. delicata* in sagittal section.

Index letters as in textfigs. 4, 7 and 10.

and open into this with their hind end. The penis is represented by a long chitinous stylet; it hangs down vertically in the ciliated tubular antrum musculinum, which opens to the exterior at the hind end of the third quarter of body.

The female genital organs consist of parts closely similar to those of the preceding species.

The present species seems to be nearly allied to *Notoplana vitrea* (LANG 1884) from Naples. But it may be distinguished from this species by the different arrangement of eye-spots as well as by the presence of a large accessory vesicle in the female genital system.

Genus ***Hoploplana*** LAIDLAW 1902.

(Provisionally ranged under the Leptoplanidae).

7. ***Hoploplana ornata***, n. sp.

(Pl. II., fig. 7.—Textfigs. 14-16).

This new species is founded on two individuals which were obtained at Misaki near the low-tide mark.

Body broadly oval, with complete margin, dorsally slightly convex, rather firmly textured. Length 7 mm.; breadth 5 mm.

The dorsal surface shows very remarkable markings. Ground colour milky white or somewhat buffy, traversed by broad bands of a russet or brownish russet colour. In the median or central parts the bands reticulate, bringing about a limited number of unpigmented and unequal sized mesh-like spaces. From this irregular reticulum there start out radial bands which are about as broad as, or broader than, the interspaces between them and which reach right to the body margin. One of the bands is situated medianly at the anterior body end, while there exist a pair of them at the posterior, laterally to the median line. Ventral surface of a paler colour, revealing more or less distinctly the lobulated pharyngeal chamber in a whitish colour and also the pigmented bands seen on the dorsal side; testicular follicles visible as reddish spots.

Tentacles slenderly conical, destitute of pigments, each arising from a small unpigmented spot situated at about the posterior end of the first quarter of body.



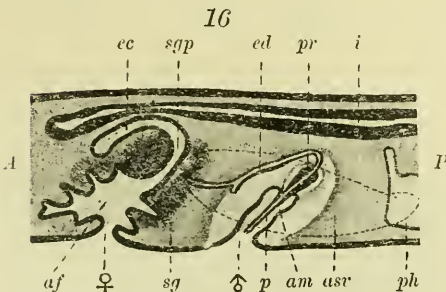
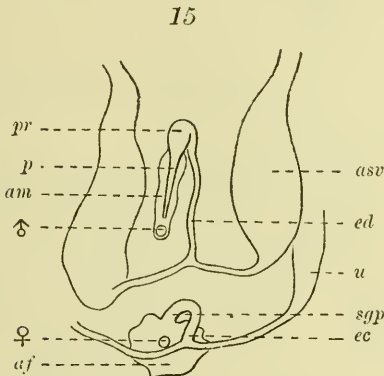
Textfig. 14. Eye-spots of *Hoploplana ornata*.

Tentacular eye-spots forming a complete circle at base of each tentacle; cerebral eye-spots in two groups closely inside the tentacular, each consisting of six or eight eye-spots; further, a single detached pair of eye-spots slightly in front of the cerebral groups (textfig. 14).

Mouth subcentral. Pharyngeal pocket with irregularly lobulated diverticula. Main gut giving rise to about 8 pairs of lateral intestinal branches.

The seminal canal, proceeding forward on either side, turns sharply round at the level of the mouth, then pursues a directly opposite course, and at the sides of penis distends into a large seminal vesicle (textfigs. 15,

16, *asv*). From the posterior end of this springs a slender duct, which passes inward towards the median line and fuses with its fellow of the opposite side at a point closely behind the penis, to form an unpaired median duct (*ed*). This duct proceeds anteriorly for some little distance, then bends downward and plunges at once into the small prostate (*pr*) lying at the base of penis. The penis is represented by a slender horny stylet, disposed obliquely downward and backward in the ciliated tubular antrum musculinum (*am*), which opens externally by the male aperture,



Textfig. 15. Diagrammatic combination figure of the genital end-organs of *H. ornata*, as seen from the ventral side.

Textfig. 16. Genital end-organs of *H. ornata* in longitudinal section. Semidiagrammatic.

af antrum femininum, *asv* accessory seminal vesicle, *ph* pharyngeal pocket.
Other letters as in textfig. 4.

situated slightly behind the posterior end of the second quarter of body.

The uteri, originating at the level of mouth, run backward and join together, at a point nearly above the female genital opening, to form the median egg-canal (*ec*). This proceeds forward for a short distance, then bends downward, and after receiving numerous shell glands (*sg*), opens into the spacious antrum femininum (*af*) from front. The antrum is supplied with irregular outbulgings and is lined with a ciliated epithelium.

Family **Planoceridae** LANG.

Genus ***Neoplanocera***, n. gen.

S. *Neoplanocera elongata*, n. sp.

(Pl. II., fig. 4.—Textfigs. 17-19).

This new genus and species is based on five individuals obtained at Shirahama and Sunosaki in Prov. Awa, at the low-tide mark.

Body elongate-oval, nearly uniformly broad in the greater part of its length, more broadly rounded at the anterior than at the posterior end. 35 mm. long by 10 mm. broad.

Dorsal surface of an olive-buffy colour, with an ill-defined reddish median stripe over the pharynx. Ventral surface much paler than the dorsal.



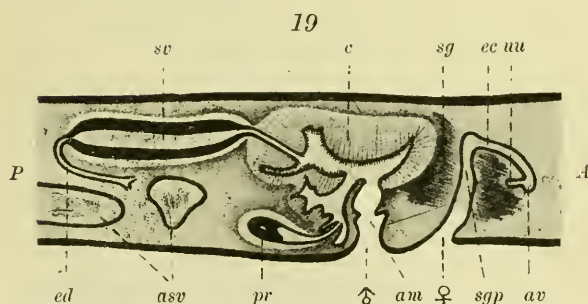
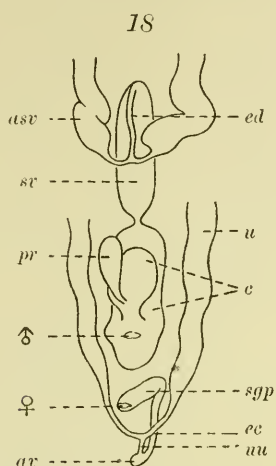
Textfig. 17. Eye-spots of *Neoplanocera elongata*.

Tentacles absent. Tentacular and cerebral eye-spots (textfig. 17) of each side blend together; the former are on the whole somewhat larger than the latter; both forming an irregular cluster on either side of the median line.

Mouth placed nearly in the centre of the ventral surface; pharyngeal pocket with numerous irregularly lobed diverticula, corresponding in a general way to the folds of pharynx.

Seminal canals, running backward along the sides of pharyngeal pocket, form on each side a slightly convoluted widening of the nature of accessory seminal vesicles (textfigs. 18, 19, *asv*). Posteriorly they join into a single median duct (*ed*) at a point far in front of the male aperture. The median duct, after running anteriorly for a short distance, enters the seminal vesicle at its

anterior end. The seminal vesicle (*sv*) is an elongate-ovoid muscular organ, imbedded in the parenchyma of the dorsal parts of body. After emerging from this at the opposite end, the duct directly enters the muscular wall of the somewhat ellipsoid cirrus (*c*) and opens at the tip of a small conical and posteriorly directed process projecting into the cirrus cavity. The surface of the latter as well as that of the process just mentioned is beset with stiff chitinous bristles. The cirrus



Textfig. 18. Diagrammatic representation of the genital end-organs of *N. elongata*, as seen from the ventral side.

Textfig. 19. Genital end-organs of *N. elongata* in sagittal section. Semidiagrammatic.

c cirrus.

Other letters as in textfigs. 4, 7 and 10.

cavity forms some irregular outbulgings and leads to the exterior, through the tubular antrum musculinum (*am*), at a point behind the pharyngeal sac. The prostate (*pr*) is a pyriform muscular organ lying beneath the cirrus and opens behind into a ventral outbulging of the floor of cirrus cavity.

The uteri (*u*), after running along the sides of the pharyngeal pocket, extend further backward and join together into a short common uterine duct (*uu*), which joins the median egg-canal (*ec*) at its posterior end. The accessory vesicle (*av*) is exceedingly small and rudimentary. The egg-canal pursues a somewhat tortuous course obliquely forward and upward for a short distance, and then making a sharp downward bend, expands into the vaginal canal (*syp*) surrounded by numerous shell glands (*sy*). The vaginal canal opens to the exterior at a position closely behind the male aperture.

The present interesting species seems to be somewhat related to *Disparoplana dubia* LAIDLAW (1903c), but stands distinctly at variance from this chiefly in the ventral position of the prostate, not to speak of minor points of differences. It seems to us that the differences are of sufficient value to separate the two forms generically.

Genus ***Planocera*** DE BLAINVILLE 1828.

9. *Planocera reticulata* (STIMPSON).

(Pl. I., fig. 4.—Textfigs. 20–22).

Stylochus reticulatus, STIMPSON 1855, p. 381.—DIESING 1862, p. 569.

Stylochoplana reticulata, STIMPSON 1857, pp. 4, 11.

Planocera reticulata, LIANG 1884, pp. 445.

The species which we identify with STIMPSON'S *Stylochus reticulatus*, described by that author from the Loo-choo Islands, is exceedingly common in the neighbourhood of Misaki. It can be collected there in abundance from the underside of loose stones or pieces of rock between the tide-marks.

Body broadly oval, leaf-like but rather thick and of a moderately firm texture, reaching about 80 mm. in length and 45 mm. in breadth. One of the smallest individuals with developed genital end-organs measured only 10 mm. long by 6 mm. broad.

General colour of body subject to considerable variation according to both age and individuals. The body grows transparent as the body increases in size and thickness. Usually the dorsal surface appears more or less dark on account of blackish

punctate pigments present all over in reticular distribution, leaving numerous small mesh-spaces free of them. The pigments are most densely developed over the pharynx and the genital end-organs. Gut branches may be discerned on the dorsal side in a pale brownish colour. In mature specimens, there are visible behind the pharynx, two ill-defined streaks of a reddish colour, converging posteriorly and marking the position of uteri. The ventral surface is of a much paler colour than the dorsal, without blackish pigments. The much folded pharynx, the seminal canals, the muscular vagina bulbosa and the radiating shell glands can be seen with more or less distinctness in a whitish colour on that side.

Dorsal tentacles slenderly conical, dark-coloured, situated at about the hind border of the first quarter of body. Normally they occur in a single pair; but, as the individuals grow old and large, there may take place adventitious production of some new dorsal tentacles close to the normal; so that, in large examples there may exist, on both sides or on one side only, a group of more than one tentacles arranged apparently without definite order. In a case which came under observation there existed on the left a group of four tentacles and on the right another of seven.



Textfig. 20. Eye-spots of *Planocera reticulata*.

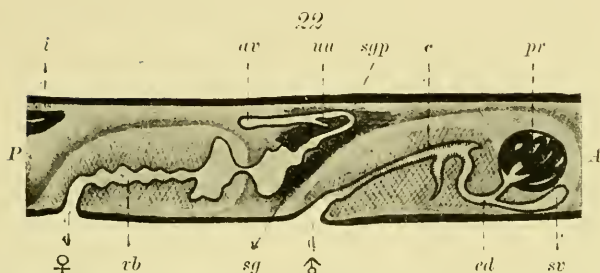
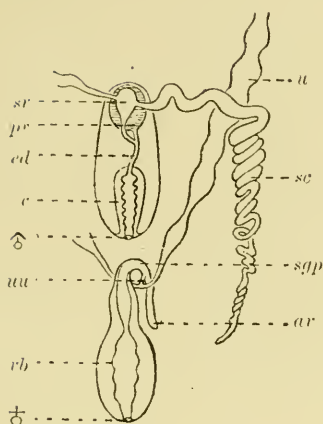
Tentacular eye-spots in a close ring at base of each tentacle. Cerebral eye-spots irregularly scattered and scarcely separable into distinct groups.

Mouth subcentral, opening into the much folded pharynx. Main gut giving rise to six pairs of intestinal branches.

Testes distributed in ventral parts in the body. Seminal canals (textfig.

21, *sc*) are much convoluted tubes, which, beginning at about the level of the female genital aperture, extend anteriorly on either side, taking a course nearly parallel to the median line up to about the level of the anterior end of the cirrus bulb. There they bend mediad, finally to join the seminal vesicle (textfig. 22, *sv*) which is situated immediately behind the pharyngeal sac and ventrally to the hind end of prostate. Posteriorly the seminal

21



Textfig. 21. Diagrammatic combination figure of the genital end-organs of *Pl. reticulata*, as seen from the ventral side.

Textfig. 22. Genital end-organs of *Pl. reticulata* in longitudinal section. Semidiagrammatic.

rb vagina bulbosa.

Other letters as in textfigs. 4, 7, 10 and 18.

vesicle gives rise to the ejaculatory duct (*ed*), which, after receiving the short duct of the prostate, bends dorsalward and then opens into the cirrus cavity. The prostate (*pr*) is a spherical body much larger than the seminal vesicle, and is imbedded, together with the latter, in the muscular sheath of cirrus bulb; the internal thick and glandular epithelium of the cirrus is thrown into much folds. Cirrus (*c*) large, somewhat cylindrical; the internal epithelium of

cirrus cavity beset with chitinous bristles, which, on protrusion of the cirrus, would cover the entire external surface of that organ. Male genital aperture situated at about the posterior end of the middle third of body.

Ovaries distributed in the dorsal parts. The two uteri (*uu*) extend posteriorly from the sides of the hind parts of pharyngeal sac, clasping between them the cirrus bulb and converging together all the while. At their hind end they are thin tubes and unite, at a dorsal position nearly above or somewhat behind the male genital opening, into a short posteriorly directed median tube (*uu*), which joins another median tube on the ventral side. This leads posteriorly into the blind accessory vesicle (*av*) and anteriorly into

the shell-gland passage (*sgp*). The former is of a tubular shape, its blind hind end lying at a position dorsal to the anterior end of vagina bulbosa (*vb*). The latter, after proceeding a short distance anteriorly from the junction point of the unpaired uterus, bends inferiorly, then to pursue an obliquely postero-ventral course surrounded by the shell glands (*sg*) and along the postero-dorsal side of cirrus cavity. In its inferior parts the shell-gland passage is much widened and presents an irregular contour. It opens into the large vagina bulbosa at the anterior end. The bulbosa is provided with a strongly muscular sheath, the wall of its cavity thrown into much folds. Female aperture situated in the penultimate fifth of body.

The species seems to be nearly allied to *Planocera hawaiiensis* described by HEATH (1907) from the Sandwich Islands, but may be distinguished from it by the colouration of body and by the entire absence of chitinous penial hooks.

In 1907 MEIXNER ('07b) described a worm from the Gulf of Tadjourah, which he identified with *Stylochus reticulatus* STIMPSON though with some doubt. To us it appears, judging from the description and figures given by him, the worm in question is certainly a *Stylochus* but probably represents a distinct species. It should not therefore be confounded with the Misaki form described above.

10. *Planocera purpurea*, n. sp.

(Pl. I., fig. 7. —Textfig. 23).

Numerous specimens of this apparently new species have been obtained at the low-water mark in the neighbourhood of Misaki as well as of Shirahama in Prov. Awa.

Body oval, reaching 20 mm. in length and 13 mm. in breadth. Dorsal surface of a dark purplish colour, darker in the median parts; main gut and its dendritic branches obscurely showing themselves in a brownish colour. Immediately behind main gut and at about the hind end of the third quarter of body, a pale unpigmented space marks the position of genital organs; in mature individuals, uteri discernible in a reddish colour on either side of that space, as in the preceding species.

Dorsal tentacles conical, of the same colour as body, situated each on a clear spot at the hind end of the first quarter of body.



Textfig. 23. Eye-spots of *Planocera purpurea*.

Tentacular group of eye-spots arranged in a circle at base of each tentacle. Cerebral eye-spots in two paired groups as shown in the adjoining figure (textfig. 23).

In structural respects this species closely resembles the preceding. At first we were inclined to hold that we had before us simply certain small individuals of *Pl. reticulata*.

However, the constant association of the small body size with the peculiarities noted above has led us to specifically separate the form from that species.

Genus *Paraplanocera* LAIDLAW 1903.

11. *Paraplanocera misakiensis*, n. sp.

(Pl. II., fig. 5.—Textfigs. 24–26).

A single representative of this new species was captured between the tide-marks in the neighbourhood of Misaki.

Body oval or broadly elliptical, with frilled margin, measuring 30 mm. long by 25 mm. broad.

Colour of dorsal surface olive-buffy, dotted irregularly with a large number of minute milky white spots, intermingled with some others of a dark brownish colour. Besides, there exist all along the body margin numerous minute yellow and white dots in a single or more rows. Gut branches may be well discerned on the dorsal surface. Ventral surface similar in colour to the dorsal, but without the pigment spots; the pharynx visible in the median line as a milky white space; male and female genital end-organs also discernible to a certain extent.



Textfig. 24. Eye-spots of *Paraplanocera misakiensis*.

Dorsal tentacles small, conical, yellowish in colour, situated at about one-third the length of body from the anterior margin.

Tentacular eye-spots form a complete circular group at base of each tentacle;

cerebral eye-spots in two distinct elongate clusters on either side of the median line (textfig. 24).

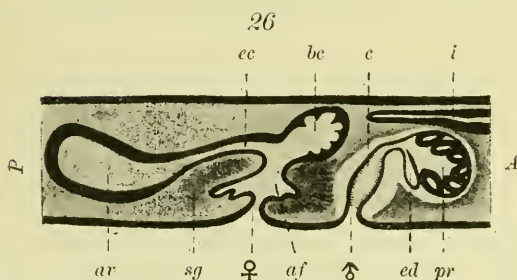
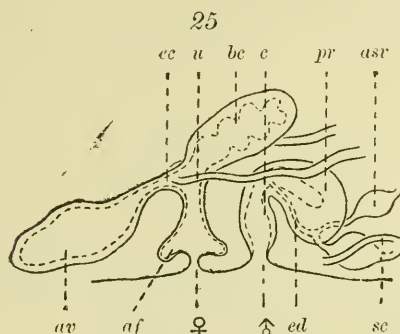
Mouth subcentral ; pharynx much folded. Primary gut-branches occur in about six pairs.

Testes ventrally situated. Seminal canals (textfig. 25, *sc*) gradually diverge forward until the level slightly anterior to male genital end-organs is reached, where they bend abruptly upward and backward to expand into the accessory seminal vesicle (*asv*) just before piercing the muscular sheath of the prostate. Within that sheath the canals unite at once into an unpaired median

canal, the ejaculatory duct (*ed*), which opens into the duct of the prostate (*pr*). This organ is a large spherical body with muscular sheath, which is directly continuous behind with that of the cirrus cavity (*c*). The inner surface of this is beset with minute bristles. The male aperture is situated in the third quarter of body.

Ovaries situated dorsally. The two uteri (*u*) run backward parallel with the median line, and finally open separately into a median canal, the egg-canal (*ec*).

This canal is posteriorly



Textfig. 25. Diagrammatic combination figure of the genital end-organs of *P. misakiensis*, as seen from the right side.

Textfig. 26. Genital end-organs of *P. misakiensis* in longitudinal section. Semidiagrammatic. *bc* bursa copulatrix.

Other letters as in textfigs. 4, 10, 15 and 18.

continuous with the accessory vesicle (*av*), which is filled with spermatozoa. Anteriorly, it expands into the bursa copulatrix (*bc*), which is provided with a strongly developed muscular sheath and with a more or less folded epithelium. The bursa copulatrix

leads into the annularly outbulging antrum femininum (*af*), which is surrounded by numerous shell glands (*sg*). The female aperture lies closely behind the male.

The present species seems to be nearly allied to both *Paraplanocera rotumanensis* LAIDLAW (1903a) and *P. discus* (WILLEY 1897), but may be distinguished from the former by certain features of cerebral eye-spots and of genital organs, and from the latter chiefly by the different colouration of body and the entire absence of the two peculiar glands connected with the antrum masculinum.

Family **Diplosolenidae** BOCK.

This family was recently instituted by BOCK to receive the genus *Diplosolenia* HASWELL. We think that the new genus described below by the name of *Pseudostylochus* as well as STIMPSON's old genus *Callioplana* may be ranged under the family, under which circumstance the family diagnosis as given by BOCK requires emendation. It may be made to run somewhat as follows:

Schematommata with oval body. Tentacles present. Tentacular and cerebral eyes in distinct clusters. Mouth subcentral. Pharyngeal chamber much folded in relation to plicated pharynx. Prostate a free saccular body opening into ejaculatory duct. With either true or accessory seminal vesicle. Penis armed or not armed. Without vagina bulbosa. Accessory vesicle of vagina single or paired.

Genus **Pseudostylochus**, n. gen.

Diplosolenidae with oval body. Tentacles small and indistinct. With true seminal vesicle. Prostate situated dorsal to seminal vesicle. Penis unarmed. Accessory vesicle of vagina single, large.

This new genus agrees with Stylochid-genera in the general plan of genital end-organs, but differs from them chiefly in the total absence of marginal eyes, in which respect it more nearly approaches both *Diplosolenia* HASWELL and *Callioplana* STIMPSON.

12. *Pseudostylochus takeshitai*, n. sp.

(Pl. II., fig. 11.—Textfigs. 27-29).

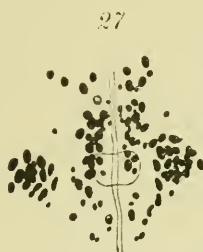
Numerous specimens of this species were obtained at the low-water mark in the neighbourhood of Matsuwa, near Misaki.

Body oval, more broadly rounded anteriorly than posteriorly, measuring 18 mm. long by 9 mm. broad.

Colour of dorsal surface buffy, darker in the median parts over the position of pharynx, uniformly dotted all over with minute brown spots. Ventral side much paler; pharynx and reproductive system discernible with moderate clearness on this side.

Tentacles very small, bluntly conical, transparent, unpigmented, situated at about the hind border of the first fourth of body.

Tentacular eye-spots forming an irregular compact group at base of each tentacle. Cerebral eye-spots irregularly scattered over the brain region in two lateral groups (textfig. 27). Without marginal eye-spots.

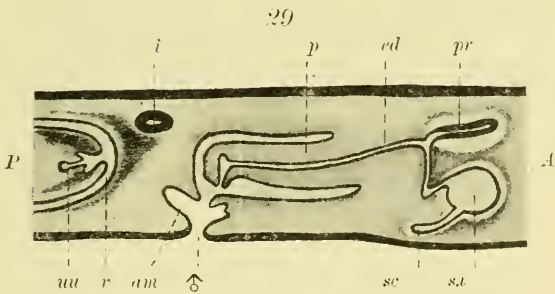
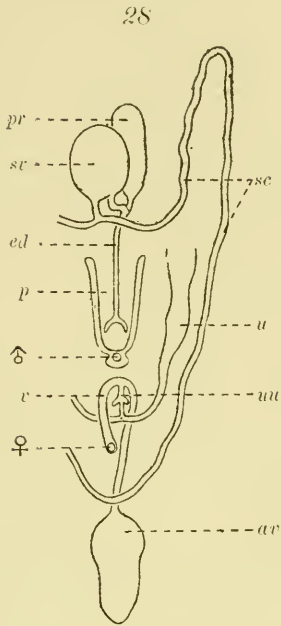


Textfig. 27. Eye-spots of *Pseudostylochus takeshitai*.

Mouth situated nearly in the centre of ventral surface; pharyngeal pocket with 8-12 pairs of irregularly lobed diverticula corresponding to the folds of pharynx. Main gut giving rise to 8 pairs of lateral intestinal branches.

Seminal canals (textfig. 28, *sc*) are distinct unbranched canals, continuous across the median line behind the female genital aperture. From that point they run forward, gradually diverging until about the middle of body, where each forms a loop to pursue a backward course nearly parallel to, and on the inner side of, its outer parts. In front of penis the canals unite into a single short duct which joins the spherical seminal vesicle (textfigs. 28, 29, *sv*) from behind. Posteriorly the vesicle gives rise to the ejaculatory duct (*ed*), which, after pursuing a backwardly, and then upwardly directed, tortuous course, receives the opening of the oblong

prostate (*pr*). After this it proceeds further backward, finally to open on the underside of the tip of penis (*p*). The intromittent



Textfig. 28. Diagrammatic representation of the genital end-organs of *P. takeshitai*, as seen from the ventral side.

Textfig. 29. Genital end-organs of *P. takeshitai* in sagittal section. Semidiagrammatic.

Index letters as in textfigs. 4, 7 and 10.

part of the penis is large, cylindrical in shape and horizontally disposed in the penis sheath. The extreme tip of penis, behind the terminal part of the ejaculatory duct, contains a vertically disposed pad of connective tissue. On account of the presence of that peculiar pad, the part of the ejaculatory duct lying in front of it presents, in horizontal sections, a lumen of crescentic outline. The thick wall of penis consists of three muscular layers, circular, longitudinal and diagonal. Antrum with an annular outbulging. External male aperture on the hind border of the third quarter of body.

The female aperture, situated a short distance behind the male end-organs, leads into the vagina (*v*), which runs obliquely forward and dorsalward for some little distance, and then, after receiving the unpaired uterine duct (*uu*) from behind, runs backward to join the large elliptical accessory vesicle (*av*). The vaginal canal is surrounded by shell-glands, especially numerous in the neigh-

bourhood of the junction of the uterine duct. This short duct shows, in the middle of its course, an obliquely posteriorly directed annular outbulging; thus, there arises a small conical and anteriorly directed process which projects into a swelling of the lumen and is axially traversed by a part of the duct. At its hind end the unpaired uterine duct divides into two uteri (*u*). These extend forward, running parallel to the outer limbs of seminal canals, and finally join together in the median line in front of the pharynx.

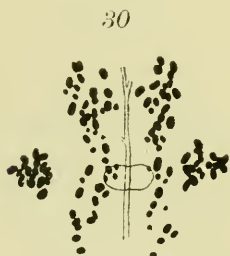
13. *Pseudostylochus fulvus*, n. sp.

(Pl. II., fig. 10.—Textfigs. 30–32).

Numerous specimens of this new species were captured about the low-tide mark in the neighbourhood of Misaki.

Body broadly oval, the anterior end being somewhat broader than the posterior, reaching 11–13 mm. in length and 5–6 mm. in breadth.

Ground colour of dorsal surface buffy, medianly darker in the pharyngeal region, densely dotted with minute brownish orange pigments.



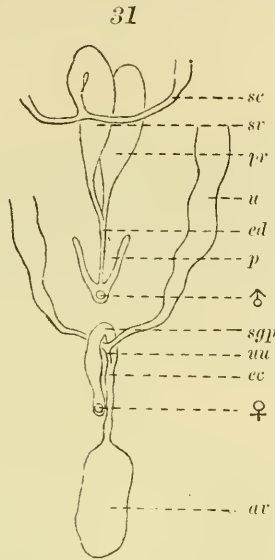
Textfig. 30. Eye-spots of *Pseudostylochus fulvus*.

Tentacles indistinct, bluntly conical, situated at about the hind border of the first quarter of body, about 1 mm. apart.

Tentacular eye-spots confined to base of each tentacle, forming an irregular group. Cerebral eye-spots in two elongate tracts over the brain region and on either side of the median line (textfig. 30).

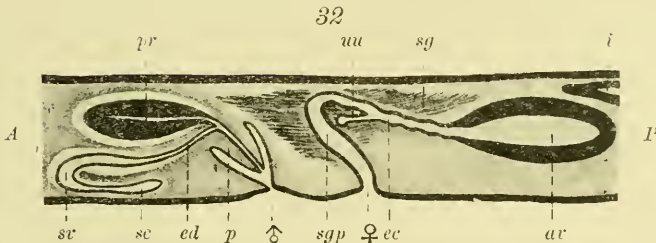
As in the preceding species, the seminal canals (textfigs. 31, 32, *sc*) unite, after running backward on either side of the median line, into an unpaired common duct slightly in front of the penis. (*p*). That duct runs forward, bends abruptly backward and joins the tubular seminal vesicle (*sv*) with muscular wall. The vesicle continues into a slender ejaculatory duct (*ed*) which pursues a somewhat tortuous course to open at the tip of penis. At the base

of penis, it receives the duct of the prostate, placed dorsally to the seminal vesicle. The prostate (*pr*) is a muscular organ of an



elongate pyriform shape. The conical intromittent part of penis is subvertically disposed in its sheath, which opens directly to the exterior by the male genital pore.

The female genital aperture leads into the tubular antrum femininum or shell-gland passage (*sgp*), which pursues an upward and somewhat forwardly oblique course, at the end of



Textfig. 31. Diagrammatic representation of the genital end-organs of *P. fulvus*, as seen from the ventral side.

Textfig. 32. Semidiagrammatic representation of the genital end-organs of *P. fulvus* in longitudinal section.

Index letters as in textfigs. 4, 7 and 10.

which it makes an abrupt turn backward, to continue itself as the egg-canal (*ec*). This receives in its course the common uterine duct (*uu*) and finally passes over into the large accessory vesicle (*av*) of an oblong-ovoid shape.

The present species closely resembles the preceding in external features. But it differs from this, amongst other points, in the arrangement of the parts of the male genital organ.

14. *Pseudostylochus obscurus* (STIMPSON).

(Pl. I., fig. 10.—Textfigs. 33, 34).

Stylochus obscurus, STIMPSON 1857, pp. 4, 11.—DIESING 1862, p. 566.—LANG 1884, p. 464.

Numerous specimens of what we are inclined to identify with STIMPSON's *Stylochus obscurus* were obtained between the tide-marks at Misaki, at Mera in Prov. Awa, and also at Otaru in Hokkaido. STIMPSON gave the sublittoral zone of Hokkaido ("Yesso") for the habitat of *Stylochus obscurus*. In our opinion the species should be placed under the new genus *Pseudostylochus*.

Body oval or elliptical, moderately firm, and usually measuring 20 mm. long by 15 mm. broad.

Ground colour of dorsal surface deep olive-buff, dotted all over with minute dark greenish pigments. A darkish median stripe occupies the region of pharynx. STIMPSON has given the colour of the species to be bluish gray and blotched with blackish pigment spots. Ventral surface grayish or pale, unpigmented; the lobed pharynx and the reproductive system visible with more or less distinctness in a whitish colour.

Tentacles small, bluntly conical; each situated on the posterior border of the first quarter of body.



Textfig. 33. Eye-spots of *Pseudostylochus obscurus*.

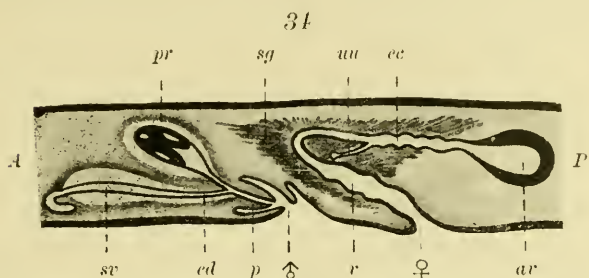
Tentacular eye-spots forming a crowded group at the base of each tentacle. Cerebral eye-spots in an elongate tract on either side of the median line. No eye-spots elsewhere on the body (textfig. 33).

Mouth placed nearly in the centre of the ventral surface. Pharyngeal pocket with some irregularly lobed diverticula. Main gut provided with about 10 pairs

of lateral intestinal branches which show no sign of anastomosis.

Genital organs (textfig. 34) are essentially in accord with those of the preceding species. The seminal canals join into a single

duct which pursues a short sinuous course before entering the seminal vesicle (*sv*) at the anterior end. The vesicle gives rise to the ejaculatory duct (*ed*), which, after receiving at base of penis (*p*)



Textfig. 34. Genital end-organs of *P. obscurus* in sagittal section. Semidiagrammatic.
Index letters as in textfigs. 4, 7 and 10.

the duct of the muscular elongate-ovoid prostate (*pr*), proceeds backward to open at the tip of penis. The small conical penis is nearly horizontally disposed in the antrum musculinum.

The comparatively small pear-shaped accessory vesicle (*av*) gives rise anteriorly to the median egg-canal (*ec*). After receiving the unpaired uterine duct (*uu*), the egg-canal extends a short distance further forward, surrounded by numerous shell glands (*sg*); it then bends abruptly ventrad and backward to expand into the vagina (*v*). The unpaired uterine duct divides into two uteri, which run anteriorly along the margin of pharyngeal sheath on either side and join together in the median line in front of the pharynx.

As will be seen from the above description, the present species resembles *Pseudostylochus fulvus* previously described, but may be distinguished from this by the difference in colour and size of body as well as in certain characteristic points of genital organs.

Genus *Callioplana* STIMPSON 1857 (emend.).

This genus, represented by the single species *C. marginata* described from "Ousima" by STIMPSON, has since been considered by authors to be identical with either *Stylochus* or *Planocera*. From our own study of what may be regarded to be the STIMPSON's genus and species, we are inclined to keep up the genus. It may safely be stated that it should be ranged under the *Diplosolenidae*, although it shows some points of resemblance to *Woodworthia* of the *Stylochidae*.

15. *Callioplana marginata* STIMPSON.

(Pl. I., fig 1.—Textfigs. 35–37).

Callioplana marginata, STIMPSON 1857, pp. 4, 11.*Stylochus marginatus*, DIESING 1862, p. 569.—MEIXNER, 1907, p. 103.*Planocera* (?) *marginata*, LANG 1884, p. 445.

A large number of specimen referable to this species were collected between the tide-marks at both Misaki and Sunosaki.

Body oval with frilled margin, leaf-like though somewhat elevated in the dorsal median parts. Large individuals may reach 50 mm. in length and 30 mm. in breadth, while one of the smallest measured only 15 mm. long by 7 mm. broad.

Colour of dorsal surface velvety black, bordered all around with a narrow band of tawny brown just inside the colourless margin. Ventral surface much paler than the dorsal, and revealing pharynx and reproductive system to a certain degree in a whitish colour.

Nuchal tentacles conical, orange-coloured in the distal and colourless in the basal parts; each situated on a clear spot about the hind border of the first fifth of body.



Textfig. 35. Eye-spots of *Callioplana marginata*.

Tentacular eye-spots forming a group in the basal parts of each tentacle; cerebral eye-spots distributed in an elongate tract on each side (textfig. 35).

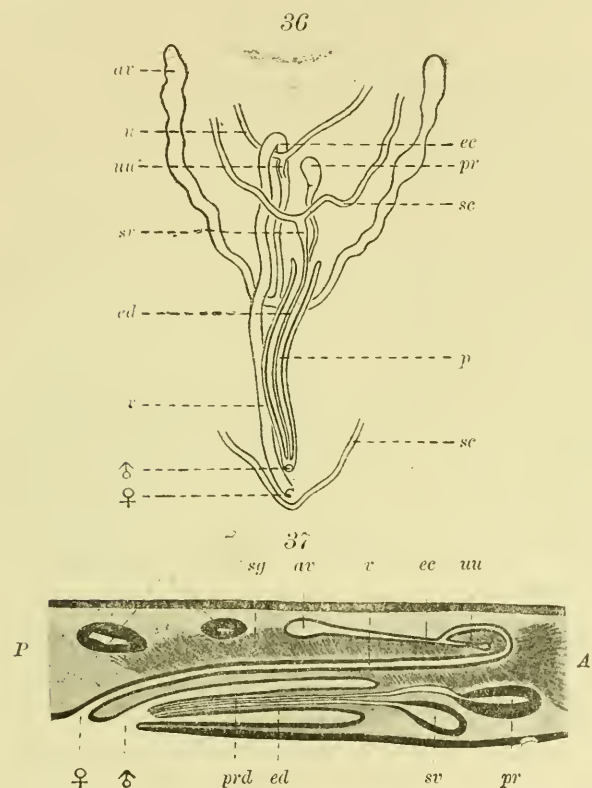
Mouth situated nearly in the centre of body. Pharyngeal sheath provided with numerous lobed diverticula corresponding in a general way to the folds of pharynx. Main gut produced into about 7 pairs of lateral intestinal branches, the final branchlets of which but rarely anastomose.

Testes ventrally situated. Seminal canals (textfig. 36, *sc*) form a V-like loop closely behind the female genital opening; anteriorly at the anterior border of the second quarter of body the two limbs of the loop bend sharply inward and backward, forming inner limbs which run parallel to the outer and converge in front of the penis to join the slightly distended and non-muscular seminal

vesicle (textfig. 37, *sv*). Posteriorly this is continuous with the very long and thin ejaculatory duct (*ed*), finally opening at the tip of the slender penis. The prostate (*pr*) is of an ovoid shape and is situated immediately anterior and dorsal to the seminal vesicle; its posteriorly directed duct passes dorsal to the ejaculatory duct and opens at the apex of penis together with the ejaculatory duct. The intromittent

part of the penis (*p*) is very long and slenderly cylindrical; it is unarmed. The penis sheath is tubular in accordance with the shape of penis, and opens the external aperture at its hind end, at a distance of about 10 mm. from the posterior body extremity.

The ovaries are largely dorsal in position. The uteri (*u*), after running closely along the pharynx, unite with each other and form the unpaired uterine duct (*uu*) above the prostate (*pr*); the duct soon joins the egg-canal (*ec*). From this junction point the



Textfig. 36. Diagrammatic representation of the genital end-organs of *C. marginata*, as seen from the ventral side.

Textfig. 37. Genital end-organs of *C. marginata* in longitudinal section. Semidiagrammatic.

prd prostatic duct.

Other letters as in textfigs. 4, 7 and 10.

egg-canal extends posteriorly to the point of its origin by union of the two accessory vesicles (*av*), which anteriorly extend up to the level of the mouth. Anteriorly the egg-canal makes an abrupt downward and backward bend and then continues as a long and posteriorly directed vaginal passage (*v*), abundantly supplied with

shell glands (*sg*). The passage runs immediately dorsal to the penis sheath, to open to the exterior close behind the male apertures.

Suborder **COTYLEA** LANG.

Family **Pseudoceridae** LANG.

Genus ***Thysanozoon*** GRUBE 1840.

16. ***Thysanozoon brocchii*** (GRUBE).

(Pl. I., fig. 11).

Thysanozoon brocchii, LANG 1884, pp. 525–536.

The species of *Thysanozoon* found fairly commonly in the neighbouring coasts of Misaki and Matsuwa, we are inclined to hold to be specifically inseparable from *Th. brocchii* of the Mediterranean.

Body broadly oval, leaf-like, with somewhat frilled margin. Characteristic is the presence of numerous small, slenderly conical papillæ all over the dorsal surface. Generally speaking, they are best developed in the middle parts, and grow smaller and more apart from one another towards the body margin. Large specimens with completely developed genital end-organs reach 35 mm. in length and 21 mm. in breadth.

Colour of dorsal surface purplish gray or yellowish purple, with a whitish or yellowish median stripe running posteriorly from behind cerebral eyes. The dorsal papillæ are generally of a dark grayish colour with a tint of purple, except at the base which is colourless. Frequently they exhibit a few number of white dots near the tip. In some of the specimens, which came under our observation, the papillæ were in part of a whitish or yellowish colour in the median longitudinal or in the middle transverse zone of the body. Ventral surface much lighter-coloured than the dorsal, somewhat darkish along the margin, but nowhere with pigments.

Marginal tentacles appear as fleshy outgrowths of the anterior margin of body.

Numerous eye-spots distributed on the tentacles; cerebral

eye-spots occurring over the brain region in two approximated clusters on a colourless area.

A sucker present nearly in the centre of the ventral surface. Mouth at about the hind end of the first fifth of body. Pharynx much plicated. Main gut extending from pharyngeal chamber behind nearly to the posterior body end. Lateral intestinal branches anastomose and are continued into dorsal papillæ without opening to the exterior.

A pair of male genital apertures on either side of the median line, closely behind the pharyngeal chamber. Slightly behind them occurs the single female aperture. Parts of internal genital organs quite as known from the Mediterranean examples.

Genus *Pseudoceros* LANG 1884.

17. *Pseudoceros reticulatus*, n. sp.

(Pl. I., fig. 3.—Textfigs. 38, 39).

Numerous specimens of this species were obtained between the tide-marks at both Misaki and Shirahama.

Body somewhat oval, leaf-like with strongly crenulated margin, very delicate in texture. Length 38 mm.; breadth 15 mm.

Dorsal surface showing all over a coarse reticulum of broad olive-gray bands, with a number of much lighter coloured mesh-like spaces of moderate sizes. Minute black pigment dots scattered almost uniformly all over the surface. The reticulating bands run into a dark median band over the main gut; this band, in its turn, contains a median series of short and small colourless stripes. Ventral surface pale.

Marginal tentacles appearing as flap-like projections of the frontal margin. Numerous eye-spots scattered on both dorsal and ventral surfaces of marginal tentacles; cerebral eye-spots forming a single group in a round clear spot a short distance behind the tentacles.

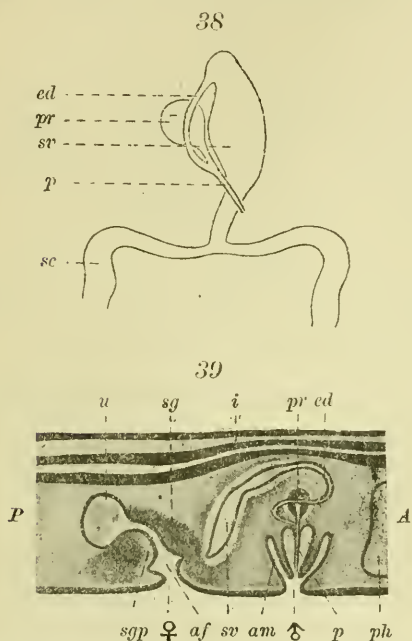
A sucker situated in the centre of body. Mouth in the anterior body parts closely behind the brain; pharynx frizzled-like in appearance. Main gut extending nearly to the posterior body end.

The testes are placed in the ventral half of body; the sperm canals proceeding from them appear to form an anastomosing system. The seminal canals (textfig. 38, *sc*), coming from behind, unite in front of the female genital organs into a median canal, which is continuous with the muscular seminal vesicle (textfig. 39, *sv*). Anteriorly this vesicle gives rise to a slender duct, the

ejaculatory duct, which pursues a somewhat S-like course on the right side of the prostate (*pr*), and after receiving the duct of this organ enters into the penis. The pyriform prostate lies just dorsal to the base of penis (*p*), which is represented by a horny stylet hanging vertically in the sheath. The antrum musculinum (*am*) forms an obliquely upwardly directed, annular outbulging before it opens externally. The external aperture lies in the median line, closely behind the pharyngeal chamber, the male end-organs being present in a single set.

The ovaries are dorsally situated and are joined to the

uteri by an indistinct system of anastomosing canals. The two uteri, filled with ova, meet in the median line to communicate with the shell-gland passage (*sgp*), which proceeds obliquely anteriorly and ventrally and distends itself to form the antrum just before opening externally behind the male aperture.



Textfig. 38. Diagrammatic figure of the male genital end-organs of *Pseudoceros reticulatus*, as seen from the ventral side.

Textfig. 39. Genital end-organs of *P. reticulatus* in longitudinal section. Semidiagrammatic. Index letters as in textfigs. 4, 10 and 15.

18. ***Pseudoceros lacteus*** (COLLINGWOOD)?

(Pl. I., fig. 6).

Sphyngeiceps lacteus, COLLINGWOOD 1876, p. 90.*Pseudoceros* (?) *lacteus*, LANG 1884, p. 548.

Two individuals, not improbably referable to this species, were found attached to brown algae between the tide-marks at Misaki.

Body oval, with frilled margin, reaching 20 mm. in length and 10 mm. in breadth.

Dorsal surface rosy colour with a number of scattered blackish spots of a moderate size and a lightly coloured median stripe extending posteriorly from behind cerebral eye-spots; with a blackish marginal and a russet brown submarginal band all around. Ventral surface pale, revealing the same marginal and submarginal bands seen on the dorsal side.

Marginal tentacles represented by folded flaps of the anterior margin, which flaps are provided with numerous eye-spots on both dorsal and ventral sides. Cerebral eye-spots in a median, roundish, clear space behind the tentacles.

Sucker nearly in the centre of ventral surface. Mouth anterior, situated at a distance of 3.5 mm. from the anterior body end, leading into the lobed pharyngeal chamber. Main gut extends backward to near the hind end of body.

Male and female genital openings approximated, placed close behind pharyngeal chamber. Internal genital organs quite similar to those of the preceding species.

The Misaki specimens we have observed seem to tally well with COLLINGWOOD's *Sphyngeiceps lacteus* from Singapore, so far as the existing incomplete description of this goes. They are also not unlike *Eurylepta japonica* described by STIMPSON from Hokkaido, but stand distinctly at variance from it chiefly in the presence of blackish spots on the dorsal surface.

19. ***Pseudoceros luteomarginatus***, n. sp.

(Pl. I., fig. 5.—Textfig. 40).

This new species is based on four individuals obtained near Misaki at the low-water mark.

Body oval, with somewhat wavy margin, measuring 35 mm. in length and 15 mm. in breadth. The dorsal surface is slightly raised in the median parts.

Dorsal surface velvety black, but bordered all round by a russet brown marginal and a clear yellow submarginal band. Ventral side dark and with marginal bands similar to, but less distinct than, those seen on the dorsal side.

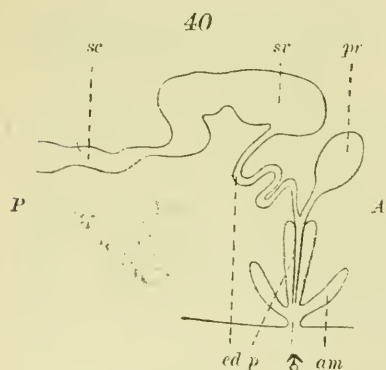
Marginal tentacles appear as folded flaps of the frontal margin.

Numerous eye-spots distributed on both dorsal and ventral sides of tentacular flaps. Cerebral eye-spots lying close together in a round clear space over the brain.

Sucker situated at a point somewhat anterior to the centre of body. Mouth opening into the centre of the pharyngeal sheath placed in the first quarter of body. Main gut extends posteriorly nearly to the hind end of body.

Male genital apertures open in a pair, one on each side of the median line and close behind the pharyngeal chamber, there being present two sets of male genital end-organs. Seminal canal (textfig. 40, *sc*) of either side swells anteriorly into the seminal vesicle (*sv*) and gives rise inferiorly to the ejaculatory duct (*ed*). This pursues a tortuous course and receives at the base of penis

the duct of the prostate (*pr*) which is placed anterior to the seminal vesicle. The penis is chitinous, styliform and vertically disposed. The antrum musculinum (*am*) shows an obliquely dorsally directed annular outbulging just before it opens externally at about the level of penis. The female genital aperture is single and medianly situated closely behind the male apertures. The female end-organs are essentially as in *Pseudoceros superbis* LANG.



Textfig. 40. Diagrammatic representation of the left male genital end-organs of *Pseudoceros tuteomarginatus*, as seen from the right side.
Index letters as in textfig. 4.

The present species is apparently very nearly allied to *Eurylepta nigra* STIMPSON from "Ousima" as well as to *Pseudoceros superbus* LANG and *P. flavomarginatus* LAIDLAW, but may be distinguished from the first mentioned form by the presence of the yellow inner marginal band and by the absence of ocellated papilla, and from both the last two by the difference in colour of the marginal and submarginal bands.

20. ***Pseudoceros nigromarginatus*, n. sp.**

(Pl. I., fig. 2.—Textfigs. 41, 42).

This species is founded on two individuals taken near the low-water mark at Matsuwa, near Misaki, and at Shirahama in Prov. Awa.

Body broadly elliptical, with frilled margin, measuring 40 mm. long by 22 mm. broad.

Dorsal surface of a blackish brown colour, margined completely around by a narrow but well-defined blackish band and showing two light-coloured longitudinal bands in the median zone, running one on each side of the median line. Ventral surface much paler than the dorsal, unpigmented.

Marginal tentacles appearing as two short folds of the frontal margin, when the animal is at rest (textfig. 41).



Textfig. 41. Marginal tentacles and eye-spots of *Pseudoceros nigromarginatus*.

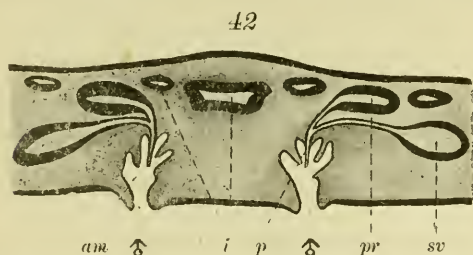
Numerous eye-spots distributed on the tentacular flaps. A cluster of eye-spots also occurring in a small round clear space above brain.

Sucker nearly central. Mouth situated a short distance behind brain. Male genital apertures present in a pair closely behind pharyngeal sheath, and separated from each other by an interspace of 3 mm.

Female genital opening exists on the median line close behind the male apertures.

The seminal canal, proceeding forward on either side, is continued into the seminal vesicle (textfig. 42, *sv*), which gives rise to an inwardly directed slender duct, the ejaculatory duct.

At the base of penis this receives the duct of the pyriform prostate (*pr*), lying just dorsal to the ejaculatory duct. The penis (*p*) is



Textfig. 42. Male genital end-organs of *Pseudoceros nigromarginatus* in a cross section.
Semidiagrammatic.
Index letters as in textfigs. 4 and 7.

represented by a small horny stylet disposed vertically in the sheath. The antrum musculinum (*am*) forms an obliquely upwardly directed annular outbulging before it opens externally through the short tubular part.

Family **Euryleptidae** LANG.

Genus ***Cycloporus*** LANG 1884.

21. ***Cycloporus papillosus*** (M. SARS).

(Pl. I., fig. 9).

Two individuals of this form were discovered beneath stones between the tide-marks at Misaki.

Body oval, moderately firm, 9 mm. long by 6 mm. broad. Dorsal surface of an ochraceous colour, dark in the median longitudinal zone, flecked with numerous russet and some darker spots in the place of dorsal papillæ which are altogether absent in the Misaki form. Along the body margin a series of dark spots indicating position of the end-vesicles of intestinal branches. Frontal margin produced into two short but distinct marginal tentacles with rounded end.

Tentacular eye-spots distributed at base of each marginal tentacle. Cerebral eye-spots arranged in two distinct groups over the brain region.

Mouth situated slightly behind the brain. Main gut extends backward to near the posterior end of body, giving rise to 6 pairs of lateral intestinal branches in its course. The branches distinctly anastomose; the terminal branches open to the exterior by minute pores on the lateral body margin. Sucker placed slightly in front of the centre of ventral surface. Male and female genital apertures lie between the mouth and the sucker.

Structurally the specimens present a close resemblance to *Cycloporus papillosus* (M. Sars), a species widely distributed in Europe..

The Misaki form seems to be closely allied to *C. papillosus* var. *levigatus*, but may be distinguished from this in the appearance of marginal tentacles. However, such a slight difference does not appear to us to be of more than varietal value.

Family **Prosthiostomidae** LANG.

Genus **Prosthiostomum** QUATREFAGES 1845.

22. **Prosthiostomum siphunculus** (DELLE CHIAJE).

(Pl. II., fig. 13).

Planaria siphunculus, DELLE CHIAJE 1828, p. 118.—1841, p. 131.—Verany 1846, p. 9.

Prosthiostomum elongatum, QUATREFAGES 1845, p. 136.—STIMPSON 1857, p. 4.—SCHMIDTLEIN 1880, p. 172.

Prosthiostomum aratum, QUATREFAGES 1845, pp. 135, 136.—STIMPSON 1857, p. 4.

Leptoplana arcta, DIESING 1850, p. 196.—1862, p. 538.

Leptoplana elongata, DIESING 1850, p. 196.—1862, p. 538.

Prosthiostomum hamatum, O. SCHMIDT 1861, pp. 11, 12.

Leptoplana hamata, DIESING 1862, pp. 538, 539.

? *Prosthiostomum emarginatum*, LEUCKART 1863, p. 169.

Mesodiscus inversiporus, MINOT 1877, p. 451.

Prosthiostomum siphunculus, LANG 1884, pp. 595–601.

A large number of specimens referable to this species, originally described from the Bay of Naples, were collected between the tide-marks at Misaki, Matsuwa and Shirahama.

Body elongate, for the most part nearly uniformly broad, rounded anteriorly and somewhat pointed posteriorly. An average-sized specimen in the creeping state measured 21 mm. long by 3 mm. broad.

General colour of body buffy, growing deeper in tone towards the median parts, nearly cinnamon over the main gut; pharynx showing itself in a grayish colour but with a cinnamon median stripe over the parts. Minute whitish spots scattered in the median parts in a fairly numerous number.

Cerebral eye-spots arranged in two, nearly linear groups; marginal eye-spots arranged in a crescentic group along the frontal margin, there existing commonly two spots in the width of it.

23. *Prosthiosomum grande* STIMPSON.

(Pl. II., fig. 2.—Textfigs. 43, 44).

Prosthiosomum grande, STIMPSON 1857, pp. 4, 10.*Leptoplana grande*, DIESING 1862, p. 539.? *Prosthiosomum affine*, STIMPSON, pp. 4, 10.*Leptoplana affinis*, DIESING 1862, p. 539.*Prosthiosomum grande*, LANG 1884, p. 603.

With STIMPSON's *Prosthiosomum grande* from "Ousima" we identify the numerous specimens which were collected at Misaki, Matsuwa and Mera. They were found adhering to the underside of stones and shells near the low-tide mark.

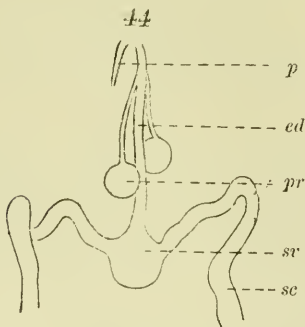
The body is of an oblong shape, rounded at both ends, though somewhat more broadly anteriorly than posteriorly. It may measure 22 mm. in length and 5 mm. in breadth. The texture is very delicate.



Textfig. 43. Eye-spots of
Prosthiosomum grande.

The translucent body presents a light buffy ground colour. There exists a dark-looking median zone, inclosing a light buffy space in front of the middle. Fairly uniformly distributed all over the dorsal surface are numerous small spots of an ochraceous colour.

Cerebral eye-spots in two crowded groups; marginal eye-spots about 25 in number, forming two irregular rows along the frontal margin (textfig. 43).



Textfig. 44. Diagrammatic representation of the male genital end-organs of *P. grande*, as seen from the ventral side.

Index letters as in textfig. 4.

Sucker nearly in the centre of the ventral surface. Mouth situated near the brain and at the anterior end of the pharyngeal sheath, which extends through a great part of the median zone in the anterior half of body.

Genital apertures closely behind pharyngeal sheath. End-organs of genital systems essentially similar to those of the preceding species and quite as were described by LANG in

detail. The seminal canals (textfig. 44, *sc*), coming from behind, make an abrupt inward turn slightly behind the penis (*p*) to enter the seminal vesicle (*sv*), which gives rise anteriorly to the ejaculatory duct (*ed*). This receives at the base of penis the ducts of two small and spherical prostates (*pr*), one on each side of the ejaculatory duct. Penis small, styliform.

24. ***Prosthiostomum marmoratum***, n. sp.

(Pl. I., fig. 8.—Textfigs. 45, 46).

A large number of this species were collected between the tide-marks at Shirahama in Prov. Awa.

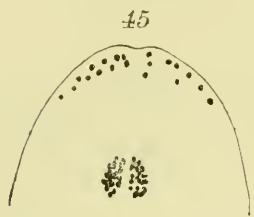
Body elongate, anteriorly rounded, nearly uniformly broad for a great part of its length, posteriorly tapering to a point; dorsal surface slightly raised in the median parts behind cerebral eyes. In the fully extended state the worm may reach 21 mm. in length and 5 mm. in breadth.

Dorsal surface yellowish buff and marked all over, except at the head end, with irregular brownish blotches, which at times join together in the median parts into two longitudinal dark-brownish bands.

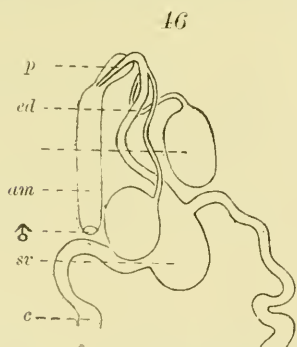
Cerebral eye-spots densely grouped in two oval clusters, in a common colourless space of an oval shape. Marginal eye-spots confined to the frontal margin, numbering eighteen or thereabout (textfig. 45).

Sucker nearly central. Mouth placed close behind brain. Pharyngeal chamber cylindrical, extending from behind brain to about the middle of body. Pharynx cylindrical, but with triangular lumen.

Genital end-organs essentially as in the preceding species,



Textfig. 45. Eye-spots of *Prosthiostomum marmoratum*.



Textfig. 46. Diagrammatic representation of the male genital end-organs of *P. marmoratum*, as seen from the ventral side. Index letters as in textfig. 4.

but characteristic to the present species is the presence of two moderately large and ovoid prostates (textfig. 46. *pr*), situated closely in front of the seminal vesicle (*sv*) on either side and opening into it at base of penis. Penis (*p*) small, styliform, and hanging in the tubular antrum musculinum (*am*), which opens externally closely behind the pharyngeal chamber.

25. ***Prothiostomum awaense*, n. sp.**

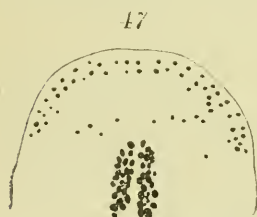
(Pl. II., fig. 12.—Text g. 47).

This species is based on a single specimen obtained on the coast of Shirahama in Prov. Awa.

Body closely similar in shape to the preceding species, being slender, anteriorly rounded and posteriorly tapering to a point. 22 mm. long, 5 mm. broad.

Dorsal surface of a rather deep buffy colour, with a brownish longitudinal band in the median line. Ventral surface much paler, exhibiting slender seminal canals and uteri in a whitish colour.

Cerebral eye-spots crowded in two oblong clusters, each comprising about 28 of them. Marginal eye-spots confined to the frontal margin in front of the cerebral groups, forming an irregular row two or three deep. Besides, a few eye-spots scattered closely in front of the cerebral groups (textfig. 47).



Textfig. 47. Eye-spots of
Prothiostomum awaense.

Sucker, mouth and genital apertures situated as in the preceding species. Main gut extends to near the posterior end of body, giving rise to numerous lateral intestinal branches on both sides. Internal genital organs as in other *Prothiostomum* species in all essential points.

The species seems to be especially closely allied to *Prothiostomum siphunculus* D. CH., *P. pallidum* LAIDLAW and *P. lineatum* MEIXNER, but may be distinguished from any of them by the different arrangement of eye-spots.

26. *Prosthiostomum rubropunctatum*, n. sp.

(Pl. II., fig. 9.—Textfig. 48).

This new species is founded again on a single specimen, which was collected between the tide-marks at Misaki.

Body elongate, narrow, broadly rounded at the head end, pointed at the posterior end. Length 15 mm.; breadth 2.5 mm.

Dorsal surface buffy in ground colour, minutely dotted all over with reddish brown pigments; a dark median line extending posteriorly from cerebral eye-spots.

Cerebral eye-spots in two dense groups of an oblong outline at about the hind border of the first seventh of body; each group surrounded by an oval colourless space, the two spaces converging anteriorly and uniting in the anterior parts. Besides, there exist numerous marginal eye-spots arranged in two or three rows in the semicircular sub-marginal tract in front of the cerebral eyes (textfig. 48).

48



Textfig. 48. Eye-spots of
Prosthiostomum rubro-
punctatum.

End-organs of genital systems essentially similar to those of *Prosthiostomum siphunculus*, etc. It also seems to be nearly related to *P. obscurum* STIMPSON from Hong-Kong, though differing in the arrangement of eye-spots.

Key to Species of the Polyclads treated of in this paper.

- A.* Without ventral sucker Suborder **Acotylea**.
- a.*¹ Marginal eyes present Section **CRASPEDOMMATA**.
- a.*² Without nuchal tentacles.
- a.*³ With a single genital aperture.
- Penis large. Numerous prostates open on walls of penis and antrum. Accessory vesicle of vagina horseshoe-shaped Genus *Discocelis*.
- Body broadly oval, light vinaceous cinnamon, darker in the central parts, with small darkish brown blotches uniformly distributed all over. Tentacular eye-spots in two round, crowded clusters. Cerebral eye-spots in somewhat linear clusters; each cluster divided by brain into an anterior and a posterior group 1. *D. japonica*. p. 3.
- b.*³ With 3 genital apertures.
- Without true seminal vesicle. Prostate opening into ejaculatory duct by a distinct duct. Penis unarmed. There occurs a duplicate penial system either in front of or behind the functional. A part of vagina forming a prominent compact spiral coil. Vagina and vaginal duct running nearly in a circle and both opening into antrum femininum just within the external female aperture Genus *Bergendalia*.
- Body elongate-slender, of a grayish buff-pinkish colour, with a reddish median streak. Marginal eye-spots in a row or rows around body; besides, numerous eye-spots densely distributed all over the head end 2. *B. diversa*. p. 8.
- b.*² With nuchal tentacles.
- With true seminal vesicle. Prostate separated from ejaculatory duct. Penis unarmed. Without accessory vesicle to vagina . . . Genus *Stylochus*.
- c.*³ Body elliptical, of a reddish orange or a brick colour, dotted more or less uniformly with minute reddish spots. Tentacular eye-spots confined to basal parts of each tentacle; cerebral eye-spots scattered close together over brain region 3. *St. rutilus*. p. 5.
- d.*³ Body broadly elliptical, deep-buffy in colour, dotted more or less uniformly with minute purplish gray pigment spots. Tentacular eye-spots arranged close together on tentacles; cerebral eye-spots in two bands which diverge anteriorly 4. *St. ijinai*. p. 6.
- b.*¹ Marginal eyes absent Section **SCHEMATOMMATA**.
- c.*² Prostate along the course of ejaculatory duct.
- e.*³ With true seminal vesicle and accessory vesicle to vagina.
- With or without tentacles and penial stylet Genus *Notoplana*.
- a.*⁴ Nuchal tentacles small, bluntly pointed. Without penial stylet.

Body elongate, anteriorly rounded, posteriorly bluntly pointed, translucent, of an olive-buffy colour. Tentacular eye-spots in a crowded cluster at base of each tentacle; cerebral eye-spots scattered over brain region on either side of the median line 5. *N. humilis*. p. 11.

b.⁴ Nuchal tentacles absent. With penial stylet.

Body as in the preceding, translucent, buffy, with a brownish orange stripe in the median line. Tentacular and cerebral eye-spots blend together, distributed on either side of brain 6. *N. delicata*. p. 13.

f.³ Without true seminal vesicle and accessory vesicle to vagina.

Nuchal tentacles present. With large accessory seminal vesicle. Penis with stylet Genus *Hoploplana*.

Body broadly oval. Ground colour milky white or somewhat buffy, traversed by broad radial bands of a russet or brownish russet colour, which bands reticulate in the median or central parts, bringing about a limited number of unpigmented and unequal sized mesh-like spaces. Tentacles slenderly conical. Tentacular eye-spots forming a complete circle; cerebral eye-spots in two groups closely inside the tentacular. 7. *H. ornata*. p. 15

d.² Prostate separated from ejaculatory duct and opening into it by a distinct duct.

g.³ Without penis.

c.⁴ Nuchal tentacles absent. Prostate ventral in position. With true seminal vesicle. Cirrus cavity beset with chitinous bristles. Accessory vesicle of vagina small and rudimentary Genus *Neoplanocera*.

Body elongate-oval, pale-yellowish coloured. Tentacular and cerebral eye-spots blend together, arranged on either side of median line. 8. *N. elongata*. p. 17.

d.⁴ Nuchal tentacles present. Prostate dorsal in position.

a.⁵ Without bursa copulatrix.

With true seminal vesicle. Cirrus cavity beset with chitinous bristles. With vagina bulbosa. Accessory vesicle of vagina small and rudimentary Genus *Planocera*.

a.⁶ Body broadly oval, large. Colour variable, more or less dark on account of blackish punctate pigments present all over in reticular distribution, leaving numerous small mesh-spaces free of them. Tentacles sometimes more than one in a group on each side. Tentacular eyespots in close circular group; cerebral eye-spots arranged over brain on either side of the median line 9. *P. reticulata*. p. 19.

b.⁶ Body oval, comparatively small, of a dark purplish colour. Tentacular group of eye-spots in close circle; cerebral eye-spots in two paired groups 10. *P. purpurea*. p. 22.

b.⁵ With bursa copulatrix.

With accessory seminal vesicle. Vagina bulbosa unarmed. Accessory vesicle of vagina large Genus *Paraplanocera*.

Body broadly elliptical, with frilled margin. Colour olive-buff, dotted irregularly with a large number of minute milky white spots, intermingled with some others of a dark brownish colour. Besides, there exist all along the body margin numerous minute yellow and white dots in a single or more rows. Tentacular eye-spots in two complete circular groups; cerebral eye-spots in two distinct elongate clusters 11. *P. misakiensis*. p. 23.

*h.*³ With penis.

*e.*⁴ Accessory vesicle of vagina single.

Tentacles indistinct. With true seminal vesicle. Prostate dorsal in position. Penis unarmed Genus *Pseudostylochus*.

*c.*⁵ Ground colour buffy.

*e.*⁶ Body oval, uniformly dotted all over with minute brown spots. Tentacular eye-spots in two irregular compact groups; cerebral eye-spots irregularly scattered over brain region in two lateral groups 12. *P. takeshitai*. p. 26.

*d.*⁶ Body broadly oval, densely dotted with minute brownish orange pigments. Tentacular eye-spots in two irregular compact clusters; cerebral eye-spots in two elongate tracts 13. *P. fulvus*. p. 28.

*d.*⁵ Ground colour deep olive-buff.

Body oval or elliptical, dotted all over with minute dark greenish pigments. Arrangement of eye-spots as in the preceding species 14. *P. obscurus*. p. 30.

*f.*⁴ Accessory vesicle of vagina paired.

Tentacles distinct. With true seminal vesicle. Prostate dorsal in position, opening at apex of penis together with ejaculatory duct. Penis unarmed Genus *Callioplana*.

Body oval, with frilled margin, of a velvety black colour, bordered all round with a narrow band of tawny brown just inside the colourless margin. Tentacular eye-spots forming a group in the basal parts of each tentacle; cerebral eye-spots in two elongate tracts 15. *C. marginata*. p. 32.

B. With ventral sucker Suborder **Cotylea**.

*a.*¹ With Marginal tentacles. Intestinal branches forming an anastomosing system.

*a.*² Tentacles appear as marginal folds; pharynx folded; numerous gut branches.

*a.*³ With papillæ all over dorsal surface. Tentacles sharply pointed. Male copulatory organs paired Genus *Thysanozoon*.

Body broadly oval, purplish gray or yellowish purple in colour, with a whitish or yellowish median stripe 16. *Th. brocehii*. p. 34.

*b.*³ Without dorsal papillæ.

Male copulatory organs single or paired Genus *Pseudoceros*.

*a.*⁴ Penis single.

*a.*⁵ Body somewhat oval, with strongly crenulated margin. Dorsal surface showing all over a coarse reticulum of broad olive-gray bands, with a number of much lighter coloured mesh-like spaces of various sizes. Minute black pigment dots scattered nearly uniformly all over the surface 17. *P. reticulatus*. p. 35.

*b.*⁵ Body oval, with frilled margin. Dorsal surface rosy colour with a number of scattered blackish spots and a lightly coloured median stripe; with a blackish marginal and a russet brown submarginal band all around 18. *P. luteus*? p. 37.

*b.*⁴ Penis paired.

*c.*⁵ Body oval, with somewhat wavy margin. Colour velvety black, bordered all round by a russet brown marginal and a clear yellow submarginal band 19. *P. luteomarginatus*. p. 37.

*d.*⁵ Body broadly elliptical, with frilled margin, of a brownish black colour, margined completely around by a narrow but well-defined blackish band and showing two light-coloured longitudinal bands in the median zone 20. *P. nigromarginatus*. p. 39.

*b.*² Marginal tentacles projecting, not fold-like; pharynx cylindrical; gut branches not numerous.

With or without minute dorsal papillae. Terminal branches of intestine opening externally by minute pores on lateral body margin Genus *Cycloporus*.

Body oval, of an ochraceous colour, flecked with numerous russet and some darker spots 21. *C. papillosus*. p. 40.

*b.*¹ Without marginal tentacles. Intestinal branches giving no evidence of forming an anastomosing system.

Pharynx cylindrical, anteriorly directed. Penis with stylet. Prostate paired Genus *Prosthiostomum*.

c. Cerebral eye-spots in two linear groups.

Body elongate, of a buffy colour, nearly cinnamon in the median line 22. *P. siphunculus*. p. 41.

*d.*² Cerebral eye-spots in two compact clusters.

*c.*³ Marginal eye-spots few in number.

*c.*⁴ Body of an oblong shape, rounded at both ends, light buffy in ground colour, uniformly dotted all over with numerous small spots of an ochraceous colour 23. *P. grande*. p. 42.

*d.*⁴ Body elongate, yellowish buffy except at the head end, marked all over with irregular brownish blotches 24. *P. marmoratum*. p. 43.

*d.*³ Marginal eye-spots numerous.

- e.*⁴ Body elongate, of a rather deep buffy colour, with a brownish longitudinal band in the median line 25. *P. awaense*. p. 44.
- f.*⁴ Body elongate, buffy, minutely dotted all over with reddish brown pigments; a dark median line extending behind from cerebral eye-spots 26. *P. rubropunctatum*. p. 45.

Literature referred to in this Paper.

- BERGENDAL, D. 1890. Studien über nordische Turbellarien und Nemertinen. Öfversigt. Kgl. Vetensk.-Akad. Förhandl., 1890, pp. 323-328.
- „ 1902. Über die Polycladengattung *Polypostia* Bgdl. Verh. V. Internat. Zool.-Congr. zu Berlin, 1902, p. 750.
- BOCK, SIXTEEN. 1913. Studien über Polycladen. Zoologiska Bidrag från Uppsala, Bd. 2, pp. 31-343.
- COLLINGWOOD, V. 1876. On thirty-one species of Marine Planarians collected partly by the late Dr. KELAART, F. L. S. at Trincomalee, and partly by Dr. COLLINGWOOD, F. L. S. in the Eastern Seas. Transact. Linn. Soc. London, 2 ser., Zool., Vol. I.
- DELLE CHIAJE, S. 1841. Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore osservati vivi negli anni 1822-1830.
- DIESING, C. M. 1850. Systema Helminthum. Vol. I.
- „ 1862. Revision der Turbellarien-Abtheilung: Dendrocoelen. Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der Kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Bd. XLIV, pp. 485-578.
- GAMBLE, F. W. 1893a. Contribution to a Knowledge of British Marine Turbellaria. Quart. Journ. Micr. Sc., N. S., T. XXXIV.
- „ 1893b. The Turbellaria of Plymouth Sound and the Neighbourhood. Journ. Marine Biol. Assoc., T. III. (N. S.)
- „ 1893c. Report on the Turbellaria of the L. M. B. C. District. Proc. and Trans. Liverpool Biol. Soc., T. VII, pp. 148-174.
- GEMMILL, J. F. and LEIPER, R. T. 1907. Turbellaria of the Scottish National Antarctic Expedition. Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XLV, Part III.
- GRAFF, L. von. 1890. *Enantia spinifera*, der Repräsentant einer neuen Polycladen-Familie. Mitth. naturw. Ver. f. Steiermark, Jahrg. 1889, pp. 1-16.
- „ 1892a. Sur une Planaire de la Mer des Sargasses (*Stylochoplana sargassicola* MERTENS). Bll. uSoc. Zool. de France pour 1892, pp. 146-147.
- „ 1892b. Über pelagische Polycladen. Verh. der Deutschen Zool. Ges. II. Vers., pp. 238-241.
- „ 1892c. Pelagische Polycladen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LV, pp. 190-220.
- HALLEZ, P. 1905. Note préliminaire sur les Polyclades recueillis dans l'Expédition antarctique du François. Bull. Soc. Zool. de France, Année 1905.
- HASWELL, W. A. 1907. Observations on Australian Polyclads. Transact. Linn. Soc. London, 2 ser., Vol. IX, p. 465.
- HEATH, H. 1907. A new Turbellarian from Hawaii. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 59, p. 145.
- HEATH, H. and Mc GREGOR, E. A. 1912. New Polyclads from Monterey Bay, California. Ibid., 1912, pp. 455-488.
- HERZIG, E. M. 1905. *Laidlawia trigonopora* n. gen. n. sp. Zool. Anz., Bd. XXIX, pp. 329-332.

- JACUBOWA, LYDIA. 1906. Polycladen von Neu-Britannien und Neu-Caledonien. *Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss.*, Bd. XLI.
- „ 1908. A new species of Planocera (*P. gilechristi*) from South Afrika. Cape Town. *Transact. South. Afric. Philos. Soc.*, Vol. 17, pp. 145-149.
- „ 1909. Les polyclades de la Baie de Sébastopol. (Russisch) *St. Petersburg Mém. Acad. Sci.*, Ser. 8, T. 24.
- LAIDLAW, F. F. 1902. The Marine Turbellaria, with an Account of the Anatomy of Some of the Species. *Fauna and Geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes*, Vol. I, Part III.
- „ 1903a. Notes on some Marine Turbellaria from Torres Straits and the Pacific, with a Description of new Species. *Mem. and Proc. Manchester Lit. and Phil. Soc.*, Vol. XLVII.
- „ 1903b. On a Collection of Turbellaria Polycladida from the Straits of Malacca (Skeat. Exped. 1899-1900). *Proc. Zool. Soc. London*, Vol. I.
- „ 1903c. Turbellaria Polycladida of Zanzibar, collected by C. Crossland. Pt. I, the Acotylea. *Ibid.*, Vol. II.
- „ 1903d. Suggestions for a Revision of the Classification of the Polyclad Turbellaria. *Mem. and Proc. Manchester Lit. and Phil. Soc.*, Vol. XLVIII, Part I.
- „ 1903e. On a Land Planarian from Hulule, Male Atoll, with a Note on *Leptoplana pardalis* LAIDLAW. *Fauna and Geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes*, Vol. II, Part III.
- „ 1904a. Notes on some Polyclad Turbellarians in the British Museum. *Mem. and Proc. Manchester Lit. and Phil. Soc.*, T. XLVIII.
- „ 1904b. On the Polyclad Turbellaria collected by Professor HERDMAN, at Ceylon in 1902. *Report Ceylon Pearl Fisheries of the Gulf of Manaar by W. A. HERDMAN*, Part. II.
- „ 1906. On the Marine Fauna of the Cape Verde Islands, from Collections made in 1904 by Mr. C. Crossland's.—The Polyclad Turbellaria. *Proc. Zool. Soc. London*, Vol. 1906.
- LANG, A. 1884. Die Polycladen (Seeplanarien) des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Eine Monographie. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte*, herausgegeben von der Zool. Station in Neapel, XI. Monographie.
- MEIXNER, A. 1907a. Polyclades recueillis par M. Ch. Gravier dans le Golfe de Tadjourah en 1904. *Bull. du Muséum d'histoire naturelle*, 1907, no. 2.
- „ 1907b. Polycladen von der Somaliküste, nebst einer Revision der Stylochinien. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. 88, p. 385.
- MERESCHKOWSKY, K. S. 1878. Über einige neue Turbellarien des weissen Meeres. *Arch. f. Naturgeschichte*, Jahrg. 45, Bd. I.
- PLEHN, M. 1896a. Neue Polycladen, gesammelt von Herrn Capitän Chierchia bei der Erdumschiffung der Corvette Vettor Pisani, von Herrn Prof. Dr.

- KÜKENTHAL im nördlichen Eismeer und von Herrn Prof. Dr. SEMON in Java. Jena. Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. XXX.
- PLEHN, M. 1896b. Die Polycladen der Planktonexpedition. Ergebnisse der Plankton-expedition der Humboldt-Stiftung, Bd. II.
- „ 1896c. Polycladen von Ambon. SEMON, Zoolog. Forschungsreise in Australien und dem Malayischen Archipel (Denkschr. med.-natur. Ges. in Jena, Bd. VIII.), Bd. V.
- „ 1897. Drei neue Polycladen. Jena. Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. XXXI.
- „ 1898. Polycladen von Ternate. Abhandl. Senckenberg Ges., Bd. XXIV.
- „ 1899. Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific. (Schauminsland 1896-1897). Polycladen. Zool. Jahrb., Abthl. f. System., Bd. XII.
- QUATREFAGES, A. DE. 1845. Études sur les types inférieurs de l'embranchement des Annelés. Mémoire sur quelques Planariées marines appartenant aux genres *Tricelis* (Ehr.), *Polycelis* (Ehr.), *Prosthiostomum* (Nob.), *Proceros* (Nob.), *Eolidiceros* (Nob.) et *Stylochus* (Ehr.). Ann. d. Sci. nat., 3: e série, Zool., T. IV, pp. 129-184.
- SCHMIDT, OSCAR, 1861. Untersuchungen über Turbellarien von Corfu und Cephalonia, nebst Nachträgen zu früheren Arbeiten. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XI, pp. 1-32.
- STIMPSON, W. 1855. Descriptions of some new Marine Invertebrate. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, Vol. VII.
- „ 1857. Prodromus descriptionis animalium evertibratorum quae in Expeditione ad Oceanum Pacificum septentrionalem, Johanne Rolger Duce a Republica Federata missa, observavit et descripsit. Ibid., 1857, pp. 1-13.
- STUMMER-TRAUNFELS, R. RITTER, von. 1895. Tropische Polycladen. I. Das Genus *Thysanozoon* GRUBE. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LX, pp. 639-725.
- „ 1902. Eine Süßwasserpolyclade aus Borneo. Zool. Anz., Bd. XXVI, pp. 159-161.
- VERRILL, A. E. 1873. Report upon the invertebrate animals of Vineyard Sound and the adjacent waters, with an account of the physical characters of the region. United States Commission of Fish and Fisheries. Commissioners Report for 1871 and 1872.
- „ 1882. Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outer banks of the Southern Coast of New England, No. 7. and of some additions to the Fauna of the Vineyard Sound. Americ. Journ. Sc., 3. ser., T. XXIV.
- „ 1893. Marine Planarians of New England. Trans. Connecticut Acad. Sc., T. VIII.
- „ 1895. Supplement to the Marine Nemertean and Planarians of New England. Ibid., T. IX.
- „ 1900. Additions to the Turbellaria, Nemertina and Annelida of the Bermudas, with Revisions of some new England Genera and Species. Ibid., T. X, p. 595.

- VERRILL, A. E. 1901. Additions to the Fauna of the Bermudas from the Yale Expedition of 1901, with Notes on other Species. *Ibid.*, Vol. XI.
- WHEELER, W. M. 1894. Planocera inquilina, a Polyclad inhabiting the branchial chamber of Scytopus canaliculatus, Gill. *Journ. of Morphol.*, T. IX.
- WILLEY, A. 1897. Letters from New Guinea on Nautilus and some other Organismus. *Quart. Journ. Micr. Sci.*, N. S., T. XXX.
- „ 1898. On Heteroplana, a new Genus of Planarians. *Ibid.*, T. XL.
- WOODWORTH, W. Mc. M. 1894. Report on the Turbellaria (Albatross-Report IX). *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College*, Vol. XXV, No. 4, pp. 49-52.
- „ 1898. Some Planarians from the great Barriere Reef of Australia. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College*, Vol. XXXII.
- ZAHONY, R. RITTER, von. 1907. Turbellarien: Polycladen. *Ergebnisse Hamburger Magalhaensischen Sammelreise. 1892/93. Bd. III.*

M. YERI AND T. KABURAKI;
DESCRIPTION OF SOME JAPANESE POLYCLAD TURBELLARIA.

PLATE I.

Plate I.

- Fig. 1. *Callioplana marginata* STIMPSON.
Fig. 2. *Pseudoceros nigromarginatus*, n. sp.
Fig. 3. *Pseudoceros reticulatus*, n. sp.
Fig. 4. *Planocera reticulata* (STIMPSON).
Fig. 5. *Pseudoceros luteomarginatus*, n. sp.
Fig. 6. *Pseudoceros lacteus* (COLLINGWOOD)?
Fig. 7. *Planocera purpurea*, n. sp.
Fig. 8. *Prosthiostomum marmoratum*, n. sp.
Fig. 9. *Cycloporus papillosus* (M. SARS).
Fig. 10. *Pseudostylochus obscurus*, n. gen., n. sp.
Fig. 11. *Thysanozoon brocchii* (GRUBE).



M. YERI AND T. KABURAKI:
DESCRIPTION OF SOME JAPANESE POLYCLAD TURBELLARIA.

PLATE II.

Plate II.

- Fig. 1. *Stylochus rutilus*, n. sp.
- Fig. 2. *Prothiostomum grande* STIMPSON.
- Fig. 3. *Discocelis japonica*, n. sp.
- Fig. 4. *Neoplanocera elongata*, n. gen., n. sp.
- Fig. 5. *Paraplanocera misakiensis*, n. sp.
- Fig. 6. *Notoplana humilis* (STIMPSON).
- Fig. 7. *Hoploplana ornata*, n. sp.
- Fig. 8. *Stylochus ijimai*, n. sp.
- Fig. 9. *Prothiostomum rubropunctatum*, n. sp.
- Fig. 10. *Pseudostylochus futvus*, n. gen., n. sp.
- Fig. 11. *Pseudostylochus takeshitai*, n. sp.
- Fig. 12. *Prothiostomum awaense*, n. sp.
- Fig. 13. *Prothiostomum siphunculus* (DELLE CHIAJE).
- Fig. 14. *Notoplana delicata*, n. sp.
- Fig. 15. *Bergendalia diversa*, n. sp.





Die Chromosomenzahl von *Zea Mays* L.¹⁾

Ein Beitrag zur Hypothese der Individualität der Chromosomen und zur
Frage über die Herkunft von *Zea Mays* L.

(Contributions to Cytology and Genetics from the Departments of Plant-Morphology
and Genetics, Science College, Imperial University, Tokyo. No. 27)

Von

Yoshinari KUWADA, *Rigakuhakushi*.

Mit 2 Tafeln und 4 Textfiguren.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.	2
Spezieller Teil.	4
Meiotische Kernteilungen bei den Pollen-Mutterzellen.	4
Die Chromosomenzahl bei den meiotischen Kernteilungen in aufs Geratewohl genommenen Pflanzen.	11
I. Bei der heterotypischen Kernteilung.	11
i. In den verschiedenen Rassen von <i>Zea Mays</i> L.	11
ii. In den Rassen-Bastarden von <i>Zea Mays</i> L.	17
a. Kreuzungsversuche.	17
1) F ₁ -Generation.	18
2) F ₂ -Generation.	18
b. Cytologische Untersuchungen.	20
1) F ₁ -Generation.	20
2) F ₂ -Generation.	25
II. Bei der homöotypischen Kernteilung.	26
Die Chromosomenzahl bei der typischen Kernteilung in aufs Geratewohl genommenen Pflanzen.	27
Die ursprüngliche Chromosomenzahl von <i>Zea Mays</i> L.	31

1) Der erste Teil dieser Arbeit ist früher schon japanisch und kurz zusammengefasst
deutsch veröffentlicht worden (KUWADA, 1915).

Die Länge der Chromosomen (Ein Beitrag zur Frage der Herkunft von <i>Zea Mays</i> L).	36
Experimentelle Studien und theoretische Erwägungen über das Chromosomenverhalten in den Bastarden zwischen verschieden-chromosom-zähligen Pflanzen von <i>Zea Mays</i> L.	85
Zusammenfassung.	107
Allgemeiner Teil.	110
Das Verhalten der Chromosomen in den meiotischen Kernteilungen bei Bastarden zwischen Eltern von ungleichen Chromosomenzahlen. . .	110
Die Querteilung und die zusammengesetzte Natur der Chromosomen. .	115
Die Veränderung der Chromosomenzahl und deren biologische und physiologische Bedeutung.	116
Die Individualität der Chromosomen mit Rücksicht auf das Verhalten der elterlichen Chromosomen in der meiotischen Prophase. . . .	126
Die Frage über den Bestimmungsfaktor der Chromosomengestalt. . .	134
Literaturverzeichnis.	141

Einleitung.

Mit dem Fortschritt der cytologischen und genetischen Studien ist die Wichtigkeit der Kenntnis der Chromosomenzahl und ihrer Herkunft durch verschiedene Autoren immer klarer gestellt worden. Sie steht zu den Erscheinungen der Mutation, nicht nur in ihrer kausalen Beziehung des Auftretens, sondern auch in den äusseren Ausdrücken der mutierten Charaktere (vgl. EAST, 1915), der Parthenogenese usw. in inniger Beziehung. Für die MENDELsche Doktrin müssen wir sie auch, wie GREGORY (1914) über das Spaltungsgesetz richtig gesagt hat, im Auge behalten. CORRENS (1912) macht bei der Erklärung der Verschiedenheit der Intensität der Farbe der Kleberschicht des Endosperms in den beiden reziproken Bastarden von Maisrassen auf die diploide Natur des sekundären Embryosackkerns aufmerksam. Diese Ansicht ist von FUJII und KUWADA (1916) noch erweitert und im Detail erörtert worden.

Die Bedeutung der Chromosomenzahl für diese Frage beruht aber nicht auf der Zahl an sich, sondern auf deren Genesis, d. h. auf den Vorgängen, bei welchen eine Veränderung der Chromosomenzahl stattfindet. Für die Vermehrungsvorgänge sind gewöhnlich zwei Möglichkeiten angegeben. Die eine ist die der Längs-

teilung der Chromosomen oder einer quantitativen Vermehrung, und die andere die der Querteilung der Chromosomen oder einer numerischen Vermehrung ohne Begleitung der quantitativen Vermehrung. Wir haben schon viele Beispiele für die erste Möglichkeit kennen gelernt, und Näheres ist, wie z. B. beim *Drosera* Bastard zu sehen, durch die cytologischen Studien des Bastardes zwischen Pflanzen mit verschiedenen Chromosomenzahlen klar gestellt worden. Die zweite Möglichkeit ist aber eine Schlussfolge aus indirekten Tatsachen, und es gibt noch keinen direkten Beweis dafür.

Zea Mays hat verschiedene Chromosomenzahlen in den verschiedenen Rassen (KUWADA, 1911). Sie unterscheiden sich voneinander nicht durch die Verdoppelung oder Vervielfältigung eines Chromosomensatzes, sondern durch den Zusatz von einigen Chromosomen. So liegt es sehr nahe, dass es sich hier bei der Entstehung der vermehrten Zahl um eine Querteilung der Chromosomen handelt. Dies veranlasste mich, *Zea Mays* als Material zu einer Studie über die letztgenannte Frage zu nehmen.

Ist meine Vermutung der Querteilung der Chromosomen richtig, so lässt sich denken, dass die experimentellen Studien mit dieser Pflanze auch zur Frage der Chromosomen als Erbträger beitragen können. Die Fähigkeit, wonach gewisse Chromosomen in zwei Teile quergeteilt werden, und deren Vorhandensein man durch die Zählung der Chromosomenzahl leicht erkennen kann, könnte unter Umständen als ein Hilfsmittel genommen werden, um eine Beziehung zwischen den Chromosomen mit der eben genannten Fähigkeit und irgend einem somatischen Merkmal zu finden. Vorläufig möchte ich mich hier nur darauf beschränken, die Querteilung der Chromosomen als eine Ursache der Zahlenvermehrung der Chromosomen zu bestätigen und weiter einiges zur Hypothese der Individualität der Chromosomen und zur Frage über die Herkunft der Art *Zea Mays* beizutragen.

Alle Materialien wurden mit dem Chrom-Osmium-Eisessigsäure-Gemisch fixiert. Die Mikrotomschnitte wurden 7–8 μ dick hergestellt, und zur Färbung der Schnitte wurde hauptsächlich HEIDENHAIN'S Eisenhämatoxylin benutzt.

Spezieller Teil.

Meiotische Kernteilungen bei den Pollen-Mutterzellen.

Die sogenannten Prochromosomen im strengen Sinne finden wir nicht.¹⁾ Der präsynaptische Kern weist schon die Fadenstruktur auf. Die Fäden scheinen sich etwas parallel zu ordnen und tragen stellenweise dichte Chromatin-Klümpchen (Fig. 1, Taf. I); die Zahl der letzteren stimmt aber mit derjenigen der Chromosomen nicht überein.

Der präsynaptische Kern führt fast ausnahmslos nur ein Kernkörperchen. Wenn der Kern in das Synapsis-Stadium einzutreten beginnt, finden wir aber ausser dem eigentlichen grossen Kernkörperchen auch eine grosse Anzahl von kleinen Kügelchen (Fig. 2, 3, Taf. I). Diese Kügelchen kommen fast in allen Stadien der meiotischen Prophase zum Vorschein. Am meisten finden wir sie in dem Stadium der Synapsis. Sie treten also in diesem Stadium plötzlich auf und verschwinden allmählich in den nächst kommenden Stadien. Das beweist, dass eine lebhafte Stoffwechseltätigkeit in dem Synapsis-Stadium stattfindet. Diese Erscheinung scheint also mit der Zusammenballung der Kernfäden in irgend einer Beziehung zu stehen (vgl. KUWADA, 1910).

Die Kügelchen sind von verschiedener Grösse. Die kleinsten sind sogar nur Pünktchen. Sie finden sich meistens auf den Kernfäden sitzend; deshalb bilden sie mit den letzteren zusammen die synaptische Kugel. In den weiteren Stadien verschwinden sie immer allmählich (Fig. 4, Taf. I), und in dem Stadium der Segmentierung der Chromosomen und Diakinese werden sie gewöhnlich nicht mehr gesehen. Ziemlich oft finden wir aber einige dieser Kügelchen noch in dem Diakinese-Stadium und auch in den weiteren Stadien. Dabei sind sie aber bisweilen viel grösser als bei den früheren Stadien, so dass man sie oft als kleine Kernkörperchen ansieht (Fig. 6, Taf. I). In diesem Stadium können sie bisweilen in den mit HEIDENHAIN'S Hämatoxylin schwarz gefärbten Präparaten ganz ungefärbt bleiben, wie es oft auch bei den

1) Vgl. TAKAMINE (1916).

Nucleolen der Fall ist. Selten finden wir selbst in dem Diakinese-Stadium auch eine grosse Anzahl von den verschieden grossen Kügelchen. Es scheint mir, dass es sich dabei vielleicht um eine pathologische Erscheinung oder ein Artefakt handelt. Sie verschwinden gänzlich in dem Multipolarspindel-Stadium.

Die Kügelchen werden durch das HEIDENHAINsche Hämatoxylin ebenso gefärbt wie die Nucleolen. Dabei erscheinen sie ganz wie letztere. Wir können also auf Grund der Ähnlichkeit der morphologischen Eigentümlichkeiten und der Färbungsverhältnisse den Schluss ziehen, dass die Konstitution der betreffenden kleinen Kügelchen physikalisch und chemisch mit der der Nucleolen identisch ist. Die Doppelfärbung mit Methylgrün und Fuchsin S. verstärkt diese Meinung noch. Wir werden später noch einmal auf diesen Punkt zurückkommen.

Die Doppelspiremfäden werden quersegmentiert (Fig. 5, 6, Taf. I). Die Segmente verkürzen sich und bilden die Gemini oder die Doppelchromosomen aus. Die Art der Chromosomen-Konjugation ist also bei *Zea Mays* die Parasyndese.

Die Segmentierung findet nicht immer zugleich in den beiden Fäden statt. Bisweilen wird der eine Faden früher als der andere segmentiert (Fig. 6, Taf. I). Diese Erscheinung scheint im engeren Zusammenhang damit zu stehen, dass die beiden Komponenten-Chromosomen eines Geminus bei *Zea Mays* verschieden lang sein können (s. S. 36 ff.).

Da die Segmentierung nicht bei allen Gemini simultan stattfindet, ist das Entwicklungsstadium in den verschiedenen Gemini verschieden. Einige nehmen die Gestalt von gedrehten Schnüren oder von Ringen oder Stäbchen an, während die anderen noch in der Segmentierung begriffen sind (Fig. 6, Taf. I). Die Gestalt oder Grösse der fertig ausgebildeten Gemini ist auch in den verschiedenen Gemini verschieden. Einige sind ringförmig, während andere V- oder II- oder sanduhrförmig sind (Fig. 6, 7, 11, 13, 25, 30, 31, Taf. I, Fig. 39, Taf. II). In den späteren Stadien werden sie überhaupt massiv. Bemerkenswert sind die zusammengehörenden Chromosomen bestimmter Gemini; nicht selten werden sie so weit voneinander entfernt

gefunden, dass man Gefahr läuft, einzelne Gemini doppelt zu zählen (Fig. 11, 31b, Taf. I). Ich trug dafür besondere Sorge, da die Zählung der Gemini auch in diesem Stadium aufgenommen wurde. Obwohl ich nicht feststellen konnte, welche Gemini sich so verhalten, scheint mir diese Erscheinung doch nur auf einen bestimmten kleinen Geminus beschränkt zu sein. In der Literatur finden wir solches Phänomen bei Pflanzen, wie verschiedenen *Daphne*-Arten (STRASBURGER, 1909), *Urtica dioica* (STRASBURGER, 1910,) u. a.

Einmal habe ich ein grosses Kristalloid in dem Nucleolus des diakinetischen Kerns gefunden (Fig. 13, Taf. I). Das Vorkommen dieses Körpers im Nucleolus ist überhaupt nicht selten. LEITGE¹⁾ hat ausführlich darüber geschrieben. Leider ist mir seine Abhandlung nicht erreichbar. DIGBY (1911) hat diesen Körper in *Galtonia*, und REED (1914) auch in *Allium* angegeben.

In dem späteren diakinetischen Stadium werden die Spindelfasern, wie gewöhnlich, um die Kernmembran ausgebildet. Mit Auflösung der letzteren treten die multipolaren Spindeln hervor. In diesem Stadium sind die Chromosomen in dem kinoplasmatischen Felde herum zerstreut (Fig. 12, 16, 17, Taf. I, u. a.), so dass es die Zählung sehr leicht macht. Häufig bleiben zwischen den Chromosomen die Nucleolen noch fast unverändert (Fig. 12b, Taf. I, Fig. 33a, 40, Taf. II). Es ist kein seltenes Phänomen, dass die Nucleolen nach der Auflösung der Kernmembran noch ihre Festigkeit beibehalten. Hierfür sind die Angaben von FRASER (1908) und MORTIER (1914) als Beispiele bei der meiotischen Phase hervorzuheben. ROSEX (1896) gibt bei den Wurzelspitzen von *Phaseolus* an, dass „wenn die Spindel gebildet und die Kernwandung verschwunden ist, man fast stets inmitten der zur Kernplatte angeordneten Chromosomen einen mehr oder minder ansehnlichen Nucleolarrest sieht.“ In den Arbeiten von WAGER (1904), IKEDA (1902), TAHARA (1915), u. a. finden wir auch dieselbe Erscheinung. Bei *Zea Mays* kommt sie auch häufig in den Wurzelspitzen vor.

Die Zahl und Gestalt der Gemini wurden so viel wie möglich

1) REED (1914).

in dem Multipolarspindel-Stadium untersucht, doch diente auch das Diakinese-Stadium und selten auch das Bipolarspindel-Stadium dazu. Die Polansicht der Kernplatte war zu diesem Zwecke nicht geeignet, indem die Gemini sich aneinander drängen, so dass es die Zählung sehr schwierig macht.

Die Pole der multipolaren Spindeln konvergieren in zwei Polen, wobei die Gemini durch die Spindelfasern in ihren Stellungen verändert werden. Die letzteren ordnen sich dann allmählich in der Kernplatte, bisweilen nehmen sie aber die Stellung an, dass sie noch von Pol zu Pol unregelmässig innerhalb der Spindel verteilt sind,¹⁾ bevor sie sich zum Metaphase-Stadium anschicken.

Die Komponenten-Chromosomen der Gemini trennen sich voneinander nach den beiden Polen und bilden die Tochterkerne in der normalen Weise. Nur möchte ich hier aber besonders erwähnen, dass ich einen an die sogenannte „non-disjunction“ erinnernden Fall bei der Pflanze Nr. 62₍₁₅₎ von der Rasse „Black Mexican“ gefunden habe.

In den sich klar darstellenden Figuren bei der heterotypischen Kernteilung der Pollen-Mutterzellen dieser Pflanze wurde immer ein ungepaartes Chromosom gefunden. Es kam in jedem Stadium von Diakinese, Metaphase, Anaphase und Telophase zum Vorschein (Fig. 7, s, 9b, 10a, Taf. I). Die Zahl der Gemini beträgt hier überhaupt 11²⁾ (Tabelle I). Diese Zahl ist in den Diakinese- und Anaphase-Stadien festgestellt. In den anderen Stadien, und zwar in dem Multipolarspindel-Stadium war es oft schwer, das ungepaarte Chromosom von den Gemini morphologisch zu unterscheiden. Diese Pflanze muss also $11 \times 2 + 1 = 23$ Chromosomen in den Wurzelspitzen führen. Tatsächlich wurde gefunden, dass die Chromosomenzahl in den Wurzelspitzen wirklich 23 beträgt (Tabelle X u. Fig. 50, Taf. II). Die Herkunft dieses ungepaarten Chromosoms ist darin zu suchen, dass die beiden Komponenten-Chromosomen des oben erwähnten losgebundenen Geminus zusammen irrtümlich nach demselben Pol wanderten. Tatsächlich traf ich einmal, dass in der Polansicht der Anaphase der heteroty-

1) Vgl. JUEL (1905) Fig. 16 u. GATES u. THOMAS (1914) Fig. 42, 50.

2) Einige Ausnahmefälle werden in der Tabelle I gesehen.

pischen Kernteilung bei „Amber Rice Pop Corn“ \times „Sugar Corn“, der erste Schnitt 11 und der zweite Schnitt 13 Chromosomen besass (Fig. 35, Taf. II).

Das ungepaarte Chromosom findet sich gewöhnlich ausser der Kernplatte, bisweilen nahe an der letzteren, bisweilen inmitten des kinoplasmatischen Feldes oder nahe bei dem Pol, und scheint kaum nach dem Pol zu wandern, wie die übrigen Chromosomen tun.

TABELLE I.

Zahl der Gemini in den Pollen-Mutterzellen von der Pflanze Nr. 62⁽¹⁵⁾.

Zahl der Gemini od. gesamte Zahl der Gemini und unge- paarten Chromosomen. S=Ungepaartes Chromosom N=Nucleolus-Kügelchen K=Nucleolare Kügelchen												
$\begin{matrix} 12 \\ 12+N \\ 12+N+K \end{matrix}$			$\begin{matrix} 11+S \\ 11+S+N \\ 11+S+N+K \end{matrix}$	$\begin{matrix} 12+N \\ 11+N \\ 10+S+N+K \end{matrix}$	$\begin{matrix} 10+N+K \end{matrix}$							
Nr. der Pollen-Mutterzellen	4	2	1(mit1K)	9	3(mit2K)		Diakinese-Stadium					
	5			12	21(„ 2K)							
	6			13	24(„ 1K)							
	7			14	33(„ 4K)							
	8				42(„ 1K)							
	10				44(„ 1K)							
	11											
Nr. der Pollen-Mutterzellen	23	38(mit2K)	25	15	30	37	32(mit1K)	35(mit3K)	Postdiakinetische Stadium			
	34		41(S ²)	16								
			43	17								
				18								
				19								
				20								
				22								
				26								
				27								
				28								
				29								
				31								
				36								
				39								
				40(S ²)								
Zahl der Pollen-Mutterzellen			7	3	2	7	15	6	1	1	1	

Das Verhalten dieses Chromosoms erinnert an dasjenige der ungepaarten Chromosomen bei der meiotischen Kernteilung der meisten triploiden Pflanzen. Da ich leider nur ein Präparat zur Verfügung hatte, war meine Untersuchung nicht so genau, um das Schicksal dieses Chromosoms durchaus klar zu machen. Ich

vermute aber, dass es vielleicht entweder nach der Karyomerenbildung oder ohne Metamorphose direkt in das Cytoplasma resorbiert wird, und dass dadurch, wie GEERTS (1911) bei dem *Oenothera* Bastard mit der triploiden Chromosomenzahl angegeben hat, die normale Zahl wieder hergestellt wird. Der Fall ist aber auch nicht ausgeschlossen, wo das ungepaarte Chromosom mit den übrigen Chromosomen zusammen einen Tochterkern rekonstruieren kann, demnach findet sich das überzählige Chromosom noch in den Gametenzellen.

In dem Metaphase-Stadium finden wir in dem kinoplasmatischen Feld ausser dem überzähligen Chromosom auch einige durch HEIDENHAIN'S Hämatoxylin schwarz gefärbte Kügelchen. Diese Kügelchen sind von verschiedener Grösse und es ist kaum daran zu zweifeln, dass sie von derselben Natur wie die oben erwähnten, in dem diakinetischen Kern befindlichen nucleolaren Kügelchen sind. Bisweilen sind sie aber so gross wie das ungepaarte Chromosom, somit kann man sie schwer von dem letzteren unterscheiden. Deshalb beabsichtigte ich, sie durch die Doppelfärbung mit Methylgrün und Fuchsin S. chemisch zu unterscheiden. In den Mikrotomschnitten war es aber erfolglos mit diesen Farbstoffen eine schöne Differenzierung zwischen Nucleolus- und Chromatinsubstanzen hervorzubringen. Zufällig habe ich aber solche Präparate bekommen, bei denen ich die allerschönste Differenzierung zustande bringen konnte,¹⁾ indem der Nucleolus hellgrün und das Chromatin hellrot gefärbt wurde.²⁾ Die Differenzierung ist am schönsten, wenn der Kern im ruhenden Stadium sich findet. Sie verhält sich auch bei den somatischen Kernen ganz ebenso wie bei den Pollen-Mutterzellen. Wir finden dort immer einen kleinen grün gefärbten Nucleolus zwischen rot gefärbten Chromatinsubstanzen. Die oben erwähnten nucleolusartigen kleinen Kügelchen, die in der Synapsis plötzlich auftreten, erscheinen auch hellgrün, wie bei den echten Nucleolen. Wir finden in diesem Stadium mehrere kleine grüne Kügelchen auf den zu einem Ball verwickel-

1) Das Zustandebringen der Differenzierung ist von der Art der Fixierungsflüssigkeit und von der Behandlung des Materials nach der Fixierung abhängig.

2) Das Färbungsverhältnis ist umgekehrt im Vergleich zu dem frischen Material.

ten rotgefärbten Kernfäden sitzend. In den weiteren Stadien sind die Nucleolen und die nucleolusartigen kleinen Kügelchen noch hellgrün, während die Kernfäden geneigt sind, etwas schmutzigere Färbung anzunehmen. In dem Metaphase-Stadium wird das Färbungsverhältnis ganz verändert. Die Chromosomen erscheinen bisweilen rot, bisweilen grün, oder rötlich grün. In der späteren Anaphase oder Telophase tritt die Tendenz der deutlicheren Differenzierung der Chromosomen in roter Farbe wieder auf, und in der Interkinese finden wir immer einen kleinen hellgrünen Nucleolus zwischen rot gefärbten Chromatinsubstanzen.

Die Doppelfärbung der Kerne mit Methylgrün und Fuchsin S. ist also zur Differenzierung der Nucleolen- und Chromatinsubstanz bei den Mikrotomschnitten nur in solchem Fall geeignet, wo die Kerne in dem ruhenden Stadium oder der früheren Prophase sich finden. In dem Metaphase-Stadium, wo uns jetzt eine Färbungsmethode für die Unterscheidung der Nucleolen von den Chromosomen nützlich ist, ist diese Färbungsmethode ganz ungeeignet. Dieses Färbungsverfahren war aber insofern nicht ohne Bedeutung, als irgend ein stofflicher Zusammenhang zwischen den Chromosomen und den Nucleolen besonders bei der Auflösung der Kernmembran vorhanden sein dürfte.¹⁾

Das negative Resultat der Doppelfärbung liess uns nicht mit Sicherheit sagen, dass die Pflanze Nr. 62₍₁₅₎ wirklich das Auftreten von „non-disjunction“ bei *Zea Mays* nachweist. Wäre meine Diagnose auch unrichtig, so würde es doch nicht unmöglich sein, dass die Pflanze, die in der Wurzelspitze 23 Chromosomen führt, 11 Gemini aufweist. Den Erklärungsgrund dieses scheinbaren Paradoxons werde ich später eingehend erörtern (s. S. 85ff).

In dem Cytoplasma der Pollen-Mutterzellen finden wir stets mehrere kleine mit dem HEIDENHAINschen Hämatoxylin schwarz gefärbte Körnchen um den Kern herum. In dem Anaphase- oder Telophase-Stadium der meiotischen Kernteilungen werden sie meist an den polaren Regionen gefunden. Das Verhalten erinnert nur an die Mitochondrien von *Diestramena* (VEJDOVSKÝ, 1911–1912).

Es dürfte wohl überflüssig sein, die Einzelheiten in den weiteren Stadien der Meiosis bei *Zea Mays* genau zu beschreiben. Ich möchte hierfür auf meine frühere Arbeit hinweisen (KUWADA, 1911).

1) Vgl. WENT (1887).

Die Chromosomenzahl bei den meiotischen Kernteilungen in aufs Geratewohl genommenen Pflanzen.

I. Bei der heterotypischen Kernteilung.

i. In den verschiedenen Rassen von *Zea Mays* L.

Die zur Verfügung gestellten Samen bekam ich aus der Landwirtschaftlichen Fakultät der Kaiserlichen Universität zu Tokyo. Die Pflanzen sind unter keiner besonderen Kontrolle gezüchtet worden, ausser dass die verschiedenen Rassen voneinander in solchem Abstände gepflanzt wurden, dass die Rassenkreuzung durch den Wind nicht möglich war. Eine Prüfung über die Reinheit der Samen wurde nicht ausgeführt.

„SUGAR CORN.“—Diese Rasse ist ein Zuckermais mit runzligen, mehr oder minder durchscheinenden weissen Körnern. Sie besass, wie schon in meiner früheren Arbeit (KUWADA, 1911) berichtet, 12 Gemini (Fig. 12, 13, Taf. I). Die Zahl schwankt aber innerhalb gewisser Grenzen. Um den numerischen Wert der Schwankung kennen zu lernen, zählte ich die Zahl der Gemini in 100 Pollen-Mutterzellen. Die Ergebnisse kann ich leider nicht mit völliger Gewissheit angeben. Denn die Zählung ist, wie schon oben erwähnt wurde, nicht in dem Kernplatten-Stadium, wie es gewöhnlich vorgezogen wird, sondern sowohl in dem Multipolarspindel als auch in dem Diakinese-Stadium, worin überhaupt die Möglichkeit falsch zu zählen grösser als in dem Kernplatten-Stadium ist, ausgeführt worden. Die Mikrotomschnitte wurden meist $7\ \mu$ dick hergestellt, und somit pflegte eine Pollen-Mutterzelle in zwei oder selten drei Schnitte geschnitten zu werden. Dabei können die Gemini, obgleich dies sehr selten sein muss, in zwei gleich grosse Hälften geschnitten werden, so dass man mit Sicherheit nicht unterscheiden kann, ob es sich um zwei Gemini oder zwei Halbe eines Geminus handelt. Bei einer grösseren Anzahl als 12 muss man zuerst an diese Möglichkeit denken. Bei geringerer Anzahl bietet sich auch eine Schwierigkeit dar, nämlich, zu entscheiden, ob sie wirklich die richtige ist, da es eine Möglichkeit gibt, dass die Gemini sich unter dem grossen Nucleolus verstecken können.

Wir haben jedoch bei den Stärkemais-Rassen solche Schwankung fast nie gefunden, wo die Präparate in ganz gleicher Weise wie bei „ Sugar Corn “ hergestellt wurden. So bin ich geneigt zu denken, dass die Schwankung wenigstens der Wirklichkeit sehr nahe steht. Die Ergebnisse sind in der Tabelle II angegeben.

Wie aus der Tabelle II hervorgeht, ergibt sich, dass die Schwankung selbst in einem und demselben Pollensack stattfindet. Deswegen ist es klar, dass es sich nicht um den Erfolg der einfachen mechanischen Mischung der zur Verfügung gestellten

TABELLE II.

Zahl der Pollen-Mutterzellen mit verschiedenen Zahlen der Gemini.

Präparat	Zahl der Gemini						Pollensack	Stadium
	9	10	11	12	13	14		
I				1			A	Diakinese
„				3				Multipolsp. Stad.
„				16	2	2		„ „
II				1				Bipolsp. Stad.
III				1				„ „
IV				7			B	Diakinese
„	1	3	2					Spätere Diakinese
„	1			4				Multipolsp. Stad.
„			2	12	3	3		„ „
„				2				Bipolsp. Stad.
V		1	2	6				Diakinese
„				7				„
VI			4	1				„
„			1	4				Multipolsp. Stad.
VII				4	3	1		„ „
Summe der P. M. Z. mit bestimmten Zahlen der Gemini	2	4	11	69	8	6		

Materialien handelt. Diese mit verschiedenen Zahlen der Gemini versehenen Pollen-Mutterzellen müssen alle von einer und derselben befruchteten Eizelle abstammen. Deswegen müssen die wesentlichen Teile des Kerns aller von dieser Eizelle abstammten Pollen-Mutterzellen untereinander ganz gleich sein. Somit ist die Schwankung der Zahlen der Gemini als nur oberflächliche Erscheinung anzusehen. Es entsteht dann die Frage: Warum findet

solche Schwankung nur in dieser Rasse statt? Um die Frage klar zu stellen, müssen wir umfangreiche Untersuchungen ausführen. Bevor ich mich mit dieser Aufgabe beschäftigte, suchte ich zuerst ein analoges Beispiel in dem äusseren morphologischen Gebiet zu finden.

Die Frucht von *Fagopyrum esculentum* MOENCH. ist bekanntlich ein dreikantiges Nüsschen. Es gibt jedoch auch vierkantige, selten zwei-, fünf-, sechs-, und sogar siebenkantige. Die letzteren werden wohl ihre Entstehung der Zusammensetzung von zwei Nüsschen verdanken. Durch die Liebenswürdigkeit von Herrn S. TSUDZUKI konnte ich eine Menge dieser Früchte aus Hokkaido bekommen. Die Zählung zeigte, dass die Zahlen von den drei-, vier-, zwei-, und fünfkantigen 4802:41:3:2 waren. Es gab weder sechs- noch siebenkantige.

Um zu entscheiden, ob diese Schwankung der Zahl der Fruchtkanten die Folge der Mischung der verschiedenen reinen Linien ist, führte Herr TSUDZUKI freundlich einen Versuch darüber aus, ob dieses vierkantige Merkmal erblich fixiert ist. Die Untersuchung zeigte aber negatives Resultat. Die Pflanzen, die von vierkantigen Früchten gewachsen waren, brachten keine vierkantigen, sondern ausschliesslich dreikantige Früchte hervor. Wir haben noch dazu einen Zweig von *Fagopyrum esculentum* in der Nähe von Tokyo gefunden, auf welchem dreikantige Früchte mit vierkantigen in dem Zahlenverhältnis 15:6 gemischt sich fanden. Aus diesem Befund geht hervor, dass das Merkmal der Vierkantigkeit nicht erblich fixiert ist, sondern dass es sich um eine blosse Fluktuation handelt. Ich meinte die geminale Zahlenschwankung bei *Zea Mays* auch für eine blosse Fluktuation wie bei *Fagopyrum* Frucht halten zu müssen. Die weiteren Untersuchungen zeigten aber, dass bei *Zea Mays* die Sache noch komplizierter ist.

In der Erwartung, dass die Chromosomenzahl mit der Gestalt oder Grösse gewissermassen eine Wechselbeziehung aufweisen könne, wollte ich eingehende Studien darüber unternehmen. Die Grösse der Chromosomen zeigt aber, wie aus der Arbeit von KATSUKI (1914) bei *Ascaris* ersichtlich ist, eine Schwankung innerhalb gewisser Grenzen. Die Entwicklungsgeschwindigkeit

ist noch dazu bei verschiedenen Gemini verschieden. Selbst bei einem und demselben Geminus kann sie auch unter Umständen verschieden sein. Deswegen ist es keine leichte Aufgabe, die zum Vergleich massgebende Gestalt zu bestimmen. TAHARA (1910) hat dieselbe Ansicht bei der Untersuchung der Chromosomen von *Crepis japonica* geäussert.

Die Gestalten der Gemini von *Zea Mays* können wohl in zwei Kategorien unterschieden werden. Die in die erste Kategorie gehörenden Gemini sind im allgemeinen ringförmig, während die von der zweiten stäbchenförmig sind. In der betreffenden Rasse, wo 12 Gemini sich finden, weisen die Gemini gewöhnlich untereinander nicht so bedeutende Unterschiede der Grösse auf (Fig. 12, Taf. I). In den Fällen, wo 13 oder 14 Elemente vorhanden sind, wird man zunächst erwarten, dass die kleineren Elemente von der entsprechenden Zahl vorkommen müssen. In den Figuren 16 und 17, Taf. I, kann man aber keine auffallende Wechselbeziehung dazwischen finden. Bei den völlig ausgebildeten Gemini ist es sehr schwer, ihre Doppelnatur klar zu erkennen. Folglich kann man unter Umständen kaum entscheiden, ob es sich entweder um einen Geminus oder um ein zu einem Geminus gehörendes Chromosom handelt. Wenngleich wir ohne morphologischen Befund mit Sicherheit nicht sagen können, dass die Vermehrung der Zahl auf 13 oder 14 auf die Trennung der zusammengehörenden Chromosomen der Gemini, die wir in dem diakinetischen Stadium schon gesehen haben, zurückzuführen ist, ist es dennoch höchst wahrscheinlich. Es kann wohl diese Ansicht unterstützen, dass bei dem Diakinese-Stadium, wo wir Doppelheit der Gemini leichter beobachten können und somit die Trennung der zusammengehörenden Chromosomen der Gemini ohne grosse Schwierigkeit erkennen können, kein Fall von mehr als 12 beobachtet wurde (s. Tabelle II). Beim jetzigen Zustande der Untersuchung kann aber die Möglichkeit der Vermehrung der Zahl der Gemini durch die Querteilung anderer Chromosomen natürlich auch nicht ausgeschlossen sein. In den Fällen wo die Zahl der Gemini weniger als 12 ist, müssen einige grössere Gemini vorhanden sein. Tatsächlich habe ich dabei ziemlich schöne Wechselbeziehung zwischen

Zahl und Grösse der Gemini gefunden (Fig. 14, 15, Taf. I). Die Regel ist aber nicht ohne Ausnahme. Wir werden dies später noch näher erörtern. In dem Fall von 9 Gemini ist der Unterschied der Grösse nicht auffallend. Dieser Fall wurde nur in zwei Kernen von 100 gefunden. Es ist zweifelhaft, ob es wirklich 9 sind, da einige Gemini unter dem grossen Nucleolus sich versteckt haben mögen. Die Möglichkeit der Zahlenverminderung durch Verschmelzung ist aber bei *Zea Mays* im allgemeinen nicht ausgeschlossen (Kuwada, 1911).

„BLACK STAR II.“—Diese Rasse ist ein blauer oder „schwarzer“ rundkörniger Stärkemais von dem *amylacea*-Typus. Die blaue Farbe befindet sich in der Kleberschicht. Sie besitzt 10 Gemini wie bei den Stärkemais-Rassen allgemein die Regel ist. Die Tabelle III, in der die Zahl der Gemini von 50 Pollen-Mutterzellen gegeben worden ist, zeigt, dass es hier auch eine kleine Zahlenschwankung gibt. So weit meine Untersuchungen gehen, wird sie jedoch stets nicht über sondern unter 10 sein. Man muss hier aber darauf aufmerksam machen, dass alle eine Ausnahme machenden Zahlen ausschliesslich bei dem Diakinese-Stadium studiert worden sind, wo die Möglichkeit einer falschen Zählung viel grösser als bei den anderen geeigneten Stadien ist, bei dem die Nucleolen schon aufgelöst sind.

Beim ersten Anblick scheint die Erscheinung, dass die Schwankung nicht über 10 hinausgeht, als Hinweis dafür zu dienen, dass hier die Trennung der zusammengehörenden Chromosomen der Gemini nicht stattfindet. Das kann aber nicht der Beweis hierfür sein, weil die Untersuchungen zumeist bei dem Diakinese-Stadium, wo man die Doppelnatur der Gemini leicht erkennen kann, ausgeführt worden sind.

Was die Gestalt der Gemini anbetrifft, so zeigen sich unter ihnen beträchtliche Grössenunterschiede. Von den ringförmigen Gemini sind zwei auffallend gross (Fig. 20, 21, 22, Taf. I). Bei den stäbchenförmigen Gemini sind die Unterschiede auch auffallend. Es ist aber schwierig, diese Unterschiede stets (in dem einen oder verschiedenen Individuen) auffallend aufzuzeigen, da eine gewisse Schwankung in der Grösse unter Umständen vorkommt. Es liegt hierbei auch eine andere Ursache vor, die später eingehend erklärt werden soll.

TABELLE III.

Zahl der Pollen-Mutterzellen mit verschiedenen Zahlen der Gemini.

Präparat	Zahl der Gemini				Pollensack	Stadium
	7	8	9	10		
I	1	1		8	A	Diakinese
„				4	B	„
„			1	5	C	„
„				1	„	Bipolsp. Stad.
„				6	D	Diakinese
„				5	E	„
„				3	F	„
„				1	„	Bipolsp. Stad.
II				11	G	Diakinese
„			1		„	„
„				1	„	Multipolsp. Stad.
„				1	„	Bipolsp. Stad.
Summe der P. M. Z. mit bestimmten Zahlen der Gemini	1	1	2	46		

Vergleichen wir die Gemini mit denen von „Sugar Corn“, so fällt uns gleich auf, dass die stäbchenförmigen von „Black Starch“ sämtlich viel länger als die von „Sugar Corn“ sind. Was die ringförmigen Gemini anbetrifft, so zeigen sich aber keine bemerkenswerten Unterschiede unter ihnen, wenn der 10 Gemini Fall von „Sugar Corn“ zum Vergleich herangezogen wird. Der Vergleich mit dem 12 Gemini Fall der letzteren weist dagegen eine schöne Wechselbeziehung zwischen der Zahl und Gestalt auf, wie es aus Fig. 42, Taf. II ersichtlich ist.

Es muss hier bemerkt werden, dass die eben erwähnten Grössenverhältnisse der Gemini nur für diejenigen Individuen, bei denen die Untersuchungen ausgeführt worden sind, gelten können, und nicht für alle Individuen der Rassen. Wir werden später wieder auf diesen Punkt zurückkommen.

„AMBER RICE POP CORN.“—Diese Rasse ist ein Stärke-Spitzenkorn-Mais, der konische Körner mit dem „Schnabel“ besitzt. Die Fruchtschale ist rotbraun. Sie besitzt auch 10 Gemini (Fig. 24, Taf. I). Obwohl ich bei dieser Pflanze statistische Studien nicht ausgeführt habe, scheint es mir, dass es keine merkwürdige

Schwankung gibt. Nur ein einziges Mal habe ich eine Polansicht mit 11 Elementen beobachtet. Ich glaube, dass die Vermehrung der Zahl der Elemente auf 11 vielleicht auf die Trennung der zusammengehörenden Chromosomen der Gemini zurückzuführen ist. Die Möglichkeit, dass der Nucleolusrest irrtümlich für ein Chromosom gehalten worden ist, ist auch nicht ausgeschlossen.

Was die Gestalt der Gemini anbetrifft, so scheint sie von derjenigen von „Black Starch“ ganz verschieden zu sein. Während wir hier auch einige ringförmige und die stäbchenförmigen finden, gibt es keine auffallend grossen Gemini wie bei „Black Starch.“ Zu bemerken ist nur, dass es zwei ziemlich lange stäbchenförmige Gemini gibt (Fig. 24, Taf. I). Der Unterschied ist aber nicht so gross, dass man beim Vergleich mit dem 12 Gemini Fall von „Sugar Corn“ die schöne Wechselbeziehung zwischen der Zahl und Gestalt stets erkennen kann. Auf den Grund des Nichtvorhandenseins der Wechselbeziehung zwischen der Zahl und Gestalt werden wir später näher eingehen.

„BLACK MEXICAN.“—Diese Rasse ist ein Zuckermais, der „schwarze“ runzlige Körner besitzt. Die blaue Farbe ist in der Kleberschicht lokalisiert. Sie zeigte 12 Gemini wie bei „Sugar Corn“ (Fig. 23, Taf. I). Ich habe eingehende Untersuchungen darüber nicht ausgeführt, ob die Zahl der Gemini auch innerhalb gewisser Grenzen schwankt. Es dürfte wohl hier auch der Fall sein. Die Gestalt der Gemini ist auch nicht genau studiert worden. Es scheint aber einen merkwürdigen Grössenunterschied unter ihnen, wie bei „Sugar Corn,“ nicht zu geben.

ii. In den Rassen-Bastarden von *Zea Mays* L.

a. Kreuzungsversuche.

Die Bastardierungsversuche sind im Jahre 1911 in der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität zu Tokyo ausgeführt worden. Durch die Liebenswürdigkeit der Herren Prof. Dr. SHIRAI und Prof. Dr. KIKAWA wurden mir die Pflanzen in dem Versuchsfeld der Fakultät zur Verfügung gestellt. Bei dieser Gelegenheit möchte ich ihnen meinen besten Dank aussprechen.

Die Kolben wurden etwa eine Woche vor dem Heraustreten der fadenartigen Narbe mit Pergamentpapier eingehüllt. Zur rechten Zeit wurde der Umschlag beseitigt und die Narbe sofort mit den Pollen gewisser anderer Rassen bestäubt. Nach der Bestäubung wurden die Kolben wieder eingehüllt, bis die Frucht reif war.

Die vier Rassen wurden in den folgenden Kombinationen gekreuzt, nämlich:

- „Sugar Corn“ ♀ × „Black Starch“ ♂
- „Sugar Corn“ ♀ × „Amber Rice Pop Corn“ ♂
- „Amber Rice Pop Corn“ ♀ × „Sugar Corn“ ♂
- „Amber Rice Pop Corn“ ♀ × „Black Mexican“ ♂
- „Black Mexican“ ♀ × „Black Starch“ ♂.

1) F₁-Generation.

(Frucht im Jahre der Kreuzbestäubung.)

„SUGAR CORN“ ♀ × „BLACK STARCH“ ♂.—Stärke-Endosperm. Die Farbe der Kleberschicht verhielt sich ebenso wie bei dem CORRENSschen Versuche (CORRENS, 1901. S. 84).

„SUGAR CORN“ × „AMBER RICE POP CORN.“—Keine Körner hervorgebracht.

„AMBER RICE POP CORN“ × „SUGAR CORN.“—Stärke-Endosperm. Die Farbe der Fruchtschale war etwas heller oder dünner als bei den typischen „Amber Rice Pop Corn“ Körnern.

„AMBER RICE POP CORN“ × „BLACK MEXICAN.“—Stärke-Endosperm. Die rotbraunen Körner mit schwarzen Abstufungen gegen rein rotbraun.

„BLACK MEXICAN“ × „BLACK STARCH.“—Stärke-Endosperm. Kleberschicht tief blau.

2) F₂-Generation.

(Frucht im zweiten Jahre des Versuches.)

„SUGAR CORN“ × „BLACK STARCH.“—In der F₁-Generation lieferte der Bastard vier verschiedene Körner in dem in Tabelle IV angegebenen Zahlenverhältnis.

TABELLE IV.

Zahl der Körner der verschiedenen Sorten (Ernte 1912).

Kolbe Nr.	Glatt			Runzlig			Summe
	Blau ¹⁾	Weiss	Summe	Blau	Weiss	Summe	
1	118	42	160	45	13	58	218
2	194	79	273	63	29	92	365
3	126	33	164	39	16	55	219
4	108	47	155	54	14	68	223
5	151	69	220	33	23	61	281
Summe	697	275	972	234	100	334	1306

Aus der Tabelle folgen:

I.

	Glatt	Runzlig	Summe
	972	334	1306
daraus	2,977	1,023	4
somit			$a^2) = \pm 0,023$
und			$m^3) = \frac{1,732}{\sqrt{1306}} = 0,048$

II.

	Glattblau	Glattweiss	Summe
	697	275	972
daraus	2,868	1,132	4
somit			$a = \pm 0,132$
und			$m = \frac{1,732}{\sqrt{972}} = 0,056$

III.

	Runzligblau	Runzligweiss	Summe
	234	100	334
daraus	2,802	1,193	4
somit			$a = \pm 0,193$
und			$m = \frac{1,732}{\sqrt{334}} = 0,095$

Während bei I die Abweichung ungefähr 2 mal kleiner als der Mittelfehler ist, ist sie bei II und bei III ungefähr respektive

1) Der Ausdruck „blau“ ist auf alle Körner angewandt, die eine Spur von dem blauen Charakter zeigten.

2) a = Abweichung aus der theoretischen Zahl 3 : 1.

3) m = Mittelfehler.

2,5 mal und 2 mal grösser. Das Phänomen ist von Lock (1909) ausführlich erörtert worden. Das Zahlenverhältnis von Blau gegen Weiss ist annähernd gleich in den beiden Fällen von Stärke- und Zuckermais, wie das Lock (1909, S. 119) angab.

„AMBER RICE POP CORN“ × „SUGAR CORN.“—Die Körner sind rund und ohne „Schnabel.“ Ihre Grösse ist zwischen den beiden P-Körnern. Fruchtfarbe ist etwas gelblich im Centrum und rotbraun in der Peripherie. Das Zahlenverhältnis der glatten gegen die runzligen Körner ist folgendes:

	Glatt	Runzlig	Summe
Kolbe Nr. 1.	368	133	501
„ „ 2.	346	101	447
Summe	714	234	948
daraus	3,013	0,987	4
somit	$a = \pm 0,013$		
und	$m = \frac{1,732}{\sqrt{948}} = 0,056$		

Die Abweichung ist also ungefähr 4 mal kleiner als der Mittelfehler.

„AMBER RICE POP CORN“ × „BLACK MEXICAN.“—Der Versuch wurde nicht ausgeführt.

„BLACK MEXICAN“ × „BLACK STARCH.“—Alle Körner sind blau oder schwarz. Aus dem Experiment folgen:

	Glatt	Runzlig	Summe
	185	66	251
daraus	2,948	1,052	4
somit	$a = \pm 0,052$		
und	$m = \frac{1,732}{\sqrt{251}} = 0,109$		

Die Abweichung ist also ungefähr 2 mal kleiner als der Mittelfehler.

b. Cytologische Untersuchungen.

1) F₁—Generation.

„SUGAR CORN“ × „BLACK STARCH.“—Dieser Bastard besass 10 Gemini (Fig. 25, 26, Taf. I). Die Zahl war ziemlich konstant, indem sie nur drei Ausnahmen aus 38 Zählungen aufwies (Tabelle Va). In einem Präparat wurden aber 11 Gemini gezählt, und zwar in der Häufigkeit, deren Zahl ich in der Tabelle Vb angegeben habe.

TABELLE Va.

Zahl der Pollen-Mutterzellen mit verschiedenen Zahlen der Gemini.

Präparat	Zahl der Gemini		Stadium
	9	10	
I	2	6	Diakinese
„		6	Spätere Diakinese
II		2	„ „
III		2	Multipolsp. Stad.
IV		2	Diakinese
„		8	Multipolsp. Stad.
V	1	6	„ „
VI		1	„ „
VII		1	„ „
VIII		1	„ „
Summe der P.M.Z. mit bestimmten Zahlen der Gemini	3	35	

TABELLE Vb.

Ditto.

Präparat	Zahl der Gemini		Pollensack	Stadium
	10	11		
IX	1		A	Diakinese
„	1	2	„	Multipolsp. Stad.
„		1	B	Diakinese
„	2	2	„	Multipolsp. Stad.
„	4		C	Diakinese
„	1		D	„
„		1	„	Multipolsp. Stad.
„		1	E	„ „
Summe der P.M.Z. mit bestimmten Zahlen der Gemini	9	7		

Die Gestalt der Gemini zeigte eine schöne Wechselbeziehung mit der Zahl. Wo 10 Gemini vorhanden sind, gab es stets zwei grosse ringförmige Gemini wie bei „Black Starch.“ Die stäbchenförmigen Gemini sind aber hier nicht so lang wie bei dem letzteren. Wo 11 Gemini gefunden wurden, gab es nur einen grossen ringförmigen Geminus (Fig. 27, Taf. I, Fig. 42. f. Taf. II).

„AMBER RICE POP CORN“ × „SUGAR CORN.“—Zuerst war ich der Meinung, dass in diesem Bastard auch 10 Gemini vorkommen

würden. Die Untersuchung zeigte aber, dass dies hier nicht der Fall war. Im Gegensatz zum vorigen Fall betrug die Zahl der Gemini hier 12 wie bei „Sugar Corn“ (Fig. 30, 31, 32 Taf. I, Fig. 33, 34, Taf. II). Wie aus der Fig. 30 hervorgeht, ist es einwandfrei klar, dass alle Elemente aus den zwei zusammengehörenden Chromosomen bestehen.

Die Zahl der Gemini schwankt auch bei diesem Bastard innerhalb gewisser Grenzen, wie man das in der Tabelle VI kennen lernt. Die Wechselbeziehung zwischen Zahl und Gestalt war hier nicht so auffallend, dass man daraus einen bestimmten Schluss ziehen könnte. Bei dieser Untersuchung habe ich in fast allen Kernen von dem Multipolarspindelstadium einen Nucleolusrest zwischen den Chromosomen gefunden.

TABELLE VI.

Zahl der Pollen-Mutterzellen mit verschiedenen Zahlen der Gemini.

Präparat	Zahl der Gemini						Pollensack	Stadium
	9	10	11	12	13	14		
I				7	1		A	Multipolsp. Stad.
„		1		2			„	Diakinese
„				2			B	„
„		1		1			C	Multipolsp. Stad.
„				12				Diakinese
„	1		3	4				Multipolsp. Stad.
„			1	2			D	Diakinese
„				2			„	Multipolsp. Stad.
„				9			E	Diakinese
„			1				„	Multipolsp. Stad.
„			2	18			F	Diakinese
II		1		1		1	G	„
„		1		3			H	„
III				1				„
IV		2	1	1			I	„
Summe der P.M.Z. mit bestimmten Zahlen der Gemini	1	6	8	65	1	1		

„AMBER RICE POP CORN“ × „BLACK MEXICAN.“—Da in diesem Bastard, wie bei dem vorigen, als Mutterpflanze auch der Stärkemais „Amber Rice Pop Corn“ zur Verfügung gestellt wurde, war zu erwarten, dass dieser auch 12 Gemini besitzen sollte. Die

Untersuchung aber verriet abermals, dass das nicht der Fall war. Er besass 10 Gemini (Fig. 40, 41, Taf. II). Ob es auch in diesem Fall eine Zahlenschwankung gibt, lässt sich nicht sagen, weil die besondere statistische Untersuchung hierfür nicht unternommen wurde. Zu bemerken ist nur, dass ich einmal einen quersegmentierten Geminus in dem diakinetischen Kern, bei dem die Zahl der Gemini unzweideutig 10 betrug, beobachtet habe (Fig. 39, m, Taf. II).

„BLACK MEXICAN“ \times „BLACK STARCH.“—Leider konnte ich aus meinem Material weder heterotypische noch homöotypische Spindelfiguren zur Beobachtung bringen. Es kann also über die Chromosomenzahl hier nichts gesagt werden.

Die oben erwähnten Ergebnisse zusammengefasst, haben wir:

Name der P-Rasse		Zahl der Gemini d. P-Pflanzen	der Bastarde
Fall I	„Black Starch“	10	} . . . 10
	„Sugar Corn“	„12“ ¹⁾	
„ II	„Amber Rice Pop Corn“	10	} . . . 12
„ III	„Black Mexican“	„12“	

In diesen drei Fällen ist zu betonen, dass alle Gemini in den Bastarden, sei es 10, sei es 12, in den geeigneten Stadien immer ihre Doppelheit klar aufweisen. Alle zusammengehörenden Chromosomen der Gemini oder homologen elterlichen Chromosomen stammen einerseits von dem Vater, anderseits von der Mutter ab. Deswegen, wenn der Bastard 10 Gemini oder 20 Chromosomen besitzt, so müssen die 10 Chromosomen von dem Vater, die anderen 10 von der Mutter abstammen. Nun müssen jedoch bei dem Fall I die Gametenzellen der Mutterpflanze „Sugar Corn,“ insofern als es oben erwähnte Untersuchungen angeht, 12 Chromosomen besitzen, während die der Vaterpflanze „Black Starch“ 10 Chromosomen führen. Dann erhebt sich die Frage: Was ist mit den zwei überzähligen Chromosomen von der Mutterseite geschehen? Wir können dieselbe Frage auch bei dem Fall III erheben. Auf der anderen Seite ist der Fall II ein reziproker, wo der Bastard den beiden genannten gegenüber 12 Gemini besitzt. In diesem Falle müssen normalerweise je 12 Chromosomen einerseits von dem Vater, anderseits von der Mutter eingetreten

1) Die durch Anführungszeichen ausgezeichnete Ziffer gilt zunächst nur für das bestimmte Individuum, bei welchem die Untersuchung ausgeführt worden ist.

sein. Die Gametenzellen der Mutterpflanze „Amber Rice Pop Corn“ besitzen aber theoretisch nur 10 Chromosomen. Dann entsteht die Frage: Woher sind die zwei Chromosomen gekommen?

BALTZER (1910) gibt an, dass in den Bastardlarven von verschiedenen Echinodermenarten, die nach der Mutter schlagen, die Mehrzahl der vom Vater abstammten Chromosomen im Laufe ihrer Entwicklung aus den Kernen eliminiert werden. HERBST¹⁾ zeigte auch den analogen Fall. Auf der botanischen Seite ist DREBY (1912) der Ansicht, dass bei dem Bastard zwischen *Primula floribunda isabellina* und *P. kewensis* (fruchtbar) eine Elimination der Chromosomen „in the first segmentation division after fertilization“ stattgefunden haben muss. Ich habe das Verhalten der Chromosomen im Entwicklungsgang des Bastardembryos bei *Zea Mays* nicht untersucht. Man könnte wohl die Verminderung der Chromosomenzahl in unseren beiden Fällen I und III auf dieselbe Ursache wie bei den Echinodermenbastarden zurückführen. Werfen wir nun einmal einen Blick darauf, dass bei *Zea Mays* die Merkmalspaltung des Bastardes regelmässig nach MENDELScher Regel stattfindet, so müssen wir zugleich begreifen, dass dies hier nicht der Fall sei. Noch dazu ist durch diese Voraussetzung unser Fall II nicht zu erklären. Man muss deshalb auf einen anderen Ausweg verfallen.

Die Wechselbeziehung zwischen Zahl und Gestalt der Gemini (vgl. Fig. 42, Taf. II) würde wohl den Schluss ziehen lassen, dass die Vermehrung der Zahl der Gemini bei *Zea Mays* auf die Querteilung oder Zusammenfügung einiger Chromosomen zurückzuführen sei. Tatsächlich ist die Doppelnatur des aus zwei mit den Enden aneinander klebenden Gemini bestehenden beträchtlich grossen Geminus in der Pflanze Nr. 62₍₇₅₎, die stets 11 Gemini aufweist, klar beobachtet worden (Fig. 7, M. und Fig. 8, Taf. I). Unter dieser Annahme kann man unsere Fälle leicht erklären. Setzen wir voraus, dass es sich z. B. um die erste Alternative handelt, so wird es in dem Fall mit der grösseren Anzahl der Chromosomen eine Anzahl von quergeteilten oder teilwertigen Chromosomen

1) GOLDSCHMIDT (1913) S. 86.

geben. Ist eine Kreuzung zwischen den Pflanzen mit den beiderlei Chromosomenzahlen, d.h. der normalen und der grösseren, ausgeführt, so müssen beiderlei Chromosomen, d.h. die einwertigen und die teilwertigen, in eine und dieselbe Zelle eintreten. Die homologen elterlichen Chromosomen stehen bei der Prophase der Reduktionsteilung einander gegenüber, um die Gemini zu bilden. Deswegen, wenn das einwertige Chromosom mit den zwei teilwertigen homolog ist, so wird dort eine Verminderung der Zahl der Gemini stattfinden. Die eine Komponente dieses aus drei Chromosomen bestehenden Geminus ist ein einheitliches Chromosom, während die andere desselben aus zwei mit den Enden nahe stehenden Chromosomen besteht. Die Zusammenfügung der letzteren ist nur eine passive, und deshalb können diese zwei Chromosomen nur in Gegenwart der anderen einheitlichen Komponente des Geminus ihre scheinbare einheitliche Gestalt beibehalten. Deswegen, wenn die einheitliche Komponente oder das einwertige Chromosom unter irgend einem Zustande, z.B. wegen der lockeren Konstitution einer Stelle der Chromosomen, der Fähigkeit, die die zwei teilwertigen Chromosomen zur „end-to-end“ Zusammenfügung verursacht, ermangelt, so wird es dort zwei Gemini, die aus den teilwertigen Chromosomen bestehen, geben, weil die entsprechenden Teile der homologen Chromosomen durch sexuelle Affinität sich immer aneinander schmiegen. Diese Erscheinung ist mit dem Ausdruck der MENDELSchen Lehre so auszusprechen, dass der Charakter Teilwertigkeit der Chromosomen sich über die Einwertigkeit der Chromosomen dominierend verhält, und die Folge ist die Vermehrung der Chromosomenzahl.

Nun erhebt sich die Frage, ob wir es entweder mit 10 oder 12 als primitiver Zahl zu tun haben. Über diese Frage und Richtigkeit der Annahme werden wir in anderen Abschnitten sprechen.

2) F_2 -Generation.

Wenn die Dominanzregel wirklich auch für die Chromosomenzahl gilt, so kann man erwarten, dass in der F_2 -Generation die Zahlenspaltung auch stattfinden kann. Um zu erfahren, ob eine

Beziehung zwischen der Zahl der Chromosomen und der Farbe der Kleberschicht oder der chemischen Eigenschaft des Reservestoffes vorhanden ist oder nicht, habe ich die folgenden Untersuchungen unternommen.

Ich konnte sowohl bei dem weiss-runzligen Korn als auch bei dem blau-glatten Korn von „Sugar Corn“ \times „Black Starch“ in der F_2 -Generation 10 Gemini feststellen, von denen die zwei wie die bei der F_1 -Pflanze beträchtlich grösser als die anderen waren (Fig. 28, 29, Taf. I). Es zeigt sich also, dass in diesem Falle die Zahl der Gemini und das Merkmal „glatt“ oder „runzlig“ usw. voneinander ganz unabhängig sind. Die Untersuchungen wurden in den beiden Fällen nur bei einem einzigem Individuum ausgeführt. Das Resultat des exakteren diesbezüglichen Experiments wird in einem anderen Abschnitt angegeben (S. 106).

Die F_2 -Generation von den anderen Bastarden wurde nicht studiert. Nur ist hier hinzuzufügen, dass bei dem glatten Korn von „Amber Rice Pop Corn“ \times „Sugar Corn“ in der F_2 -Generation 11 Gemini festgestellt wurden (Fig. 38, Taf. II). Ob diese Zahl in dem betreffenden Individuum konstant ist, bleibt aber eine offene Frage.

II. Bei der homöotypischen Kernteilung.

Die Zählung der Chromosomenzahl war wegen der Zusammendrängung der Chromosomen sehr schwierig, und die Untersuchungen wurden auf einige Fälle beschränkt. Es wurde für diesen Zweck das Stadium kurz vor der Kernplatte, in welchem die Chromosomen in der kinoplasmatischen Region unregelmässig zerstreut sind, vorgezogen. Die Ergebnisse sind im folgenden zusammengestellt:

„Sugar Corn“.....	12 (Fig. 18, 19, Taf. I)
„Amber Rice Pop Corn“ \times „Sugar Corn“ F_1	12 (Fig. 37, Taf. II)
„Amber Rice Pop Corn“ \times „Black Mexican“ F_1	10 (Fig. 43, Taf. II)

Wenn die Spaltung auch in der Chromosomenzahl stattfindet, so müssen zweierlei Chromosomenzahlen in den beiden Tochter-

kernen vorkommen. Leider konnte ich das nicht ermitteln. Nur bei dem Bastard zwischen „Amber Rice Pop Corn“ und „Black Mexican“ wurde konstatiert, dass sie immer dieselbe Zahl besitzen. Der erste Anblick scheint zu zeigen, dass die Annahme der Spaltung der Chromosomenzahl unrichtig ist. Werfen wir aber einmal einen Blick darauf, dass die Kerne in der Interkinese nicht in das vollkommene Ruhestadium eintreten, wobei die Alveolisierung der Chromosomen und folglich die Kontraktion derselben bei der Vorbereitung für die nächste Kernteilung nicht in so auffallender Weise wie bei dem in das ganz vollständige Ruhestadium eingetretenen Kern ausgeführt wird, so dass die Möglichkeit der Trennung der temporal miteinander verbundenen Chromosomenenden viel kleiner als bei dem letzteren ist, so können wir aus diesem Grund allein auf unsere Annahme nicht verzichten. Noch dazu ist es sehr fraglich, wie man in dem nächsten Abschnitt sehen wird, ob dieser Bastard wirklich ein Bastard zwischen Pflanzen mit verschiedenen Chromosomenzahlen ist.

Die Chromosomenzahl bei der typischen Kernteilung in aufs Geratewohl genommenen Pflanzen.

Als Material wurden die Wurzelspitzen benutzt, weil die Zählung hier sehr leicht war. Da die Zählung der Chromosomenzahl hier die Hauptaufgabe war, so wurde nur die Polansicht der Kernplatte zur Untersuchung gebracht. Zu diesem Zwecke wurde der Schnitt stets querweise gemacht. Die Pleromzellen sind im allgemeinen kleiner als die Periblem- oder Dermatogenzellen, deshalb sind sie für dieses Stadium weniger zweckmässig als die beiden letzteren, indem die Chromosomen dort in dem verhältnismässig schmalen Raum sich zusammengedrängt finden. Die vorliegenden Untersuchungen wurden mit einigen Ausnahmen gewöhnlich in den Periblemzellen ausgeführt.

Die Paareanordnung der somatischen Chromosomen, die von verschiedenen Autoren wie STRASBURGER (1906, 1907, 1909), MÜLLER (1910, 1912) u.a. und von mir selbst bei *Oryza sativa* (KUWADA, 1910) angegeben wurde, war hier nicht so auffallend. LUNDEGÅRDH (1910) sagt, dass weder bei *Vicia* noch bei *Allium* eine regelmässige Paareanordnung gefunden wurde. Die Tatsache, dass die zwei homologen oder elterlichen Chromosomen in der meiotischen Prophase normalerweise stets sich paarweise anordnen, zwingt zum Schlusse, dass diese Abweichungen der Beobachtungsergebnisse vielleicht darauf beruhen dürften, dass nach der Art von den zur Verfügung gestellten Pflanzen die paarweise Anordnung der homologen Chromosomen schon früh, z.B. in den Wurzelspitzen des Keimlings sich vollzieht oder erst später, z.B. in den Blütenorganen stattfindet und auch, dass die von verschiedenen Forschern zur Beobachtung gebrachten Pflanzenteile ontogenetisch verschieden alt waren.

Die Längsteilung der Chromosomen kann man in diesem Stadium leicht erkennen. Gewöhnlich trennen sich die beiden Hälften an dem Ende weit voneinander, so dass die beiden Schenkel Y-förmige Gestalt annehmen. Häufig findet sich der Nucleolus zwischen den Chromosomen. Einige Male wurde er mit den Chromosomen in engem Zusammenhang stehend gefunden. Die „Quersegmentierung“ der Chromosomen,¹⁾ die von LUNDEGÅRDH (1912), GATES und THOMAS (1914, S. 537) u.a. angegeben worden ist, wurde auch gefunden (Fig. 46, Taf. II). Diese Erscheinung war ziemlich selten, so dass sie auf die Zählung der Chromosomenzahl praktisch kaum Einfluss hatte. Häufig fanden sich aber die einzelnen Chromosomen mit den benachbarten an den Enden in so inniger Berührung stehend, dass es schwer war, die einzelnen Chromosomen zu unterscheiden. Für die Zählung wurden nur die klaren Bilder verwendet. Die Ergebnisse erinnern, wie aus Tabelle VII ersichtlich ist (vgl. Fig. 44–51, Taf. II) sehr an WILSONS Arbeit (1909) über *Metapodius*.

1) In dieser Quersegmentierung „nehmen aber die Teilstücke eine solche Lage in bezug aufeinander ein, dass sich immer ihr gemeinschaftlicher Ursprung verrät.“

TABELLE VII.

Chromosomenzahlen in den Wurzelspitzen von verschiedenen Rassen und Bastarden.

Individuum Nr.	Rassen-Name	Chromoso- menzahl	Beobach- tungszahl	Bemerkun- gen
a	„Black Starch“	20	5	
b	„ „ „ „ „ „ „ „	20	5	
81('15)	„ „ „ „ „ „ „ „	20	5	
96('15)	„ „ „ „ „ „ „ „	20	10	
c	„Amber Rice Pop Corn“	20	5	
d	„ „ „ „ „ „ „ „	20	5	
e	„ „ „ „ „ „ „ „	20	5	
31('15)	„ „ „ „ „ „ „ „	20	8	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	20(?)	1	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	21	1	
g	„Sugar Corn“	20	8	
22('15)	„ „ „ „ „ „ „ „	20	10	
5('15)	„Black Mexican“	20	10	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	21	1	
q	„Sugar Corn“ × „Black Starch“ F ₁	20	8	Kolbe Nr. 1.
r	„ „ „ „ „ „ „ „	20	5	„ „ „
s	„ „ „ „ „ „ „ „	20	5	„ „ „
6('14)	„Sugar Corn“	21	10	
28('15)	„ „ „ „ „ „ „ „	21	4	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	20(21?)	3	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	20	3	
l	„Black Mexican“	21	7	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	20	1	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	Syndiploid	1	
65('15)	„ „ „ „ „ „ „ „	21	10	
m	„Sugar Corn“ × „Black Starch“ F ₁	21	8	Kolbe Nr. 2.
n	„ „ „ „ „ „ „ „	21	56	„ „ „ „ „
o	„ „ „ „ „ „ „ „	21	7	„ „ „ „ „
„	„ „ „ „ „ „ „ „	22	1	„ „ „ „ „
p	„ „ „ „ „ „ „ „	21	15	„ „ „ „ „
h	„Sugar Corn“	22	12	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	22(?)	1	
i	„Black Mexican“	22	14	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	21	1	
k	„ „ „ „ „ „ „ „	22	5	
58('15)	„ „ „ „ „ „ „ „	22	3	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	22	10	Seitenwurzel.
t	„Black Mexican“ × „Black Starch“ F ₁	22	22	Kolbe Nr. 1.
u	„ „ „ „ „ „ „ „	22	17	„ „ „
55('15)	„Black Mexican“	23	9	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	22	1	
62('15)	„ „ „ „ „ „ „ „	23	6	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	22	1	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	25	1	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	23	5	Seitenwurzel.
f	„Sugar Corn“	24	2	
j	„Black Mexican“	24	9	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	24(?)	2	
47('15)	„ „ „ „ „ „ „ „	24	6	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	25	4	
5('14)	„ „ „ „ „ „ „ „	24	10	
„	„ „ „ „ „ „ „ „	23	1	

Bei der Pflanze Nr. f waren die Teilungsfiguren sehr gering, so dass ich die Chromosomenzahl mit Sicherheit nicht feststellen konnte. Nur in zwei Fällen gelang es mir, obgleich auch diese etwas undeutlich waren, 24 Chromosomen zu zählen. In der Wechselbeziehung mit der geringeren Anzahl der mitotischen Figuren gab es hier mehrere an die amitotische Kernteilung erinnernde Bilder. ARBER (1914) gibt einen solchen Fall bei den adventiven Wurzelspitzen von *Stratiotes aloides* L. an. Bei der Keimung der Samen fiel mir auf, dass bei einigen Wurzeln das Wachstum sehr langsam war. Ja, einige blieben nach nur einigen mm fast unentwickelt, während die anderen schon mehrere cm gewachsen waren. Die an die amitotische Kernteilung erinnernde Bilder führenden Wurzeln dürften wohl diejenigen sein, welche sich nicht kräftig entwickeln konnten.

Wie aus der Tabelle VII ersichtlich ist, zeigen einige Pflanzen, wie Nr. 28₍₁₅₎ und Nr. 47₍₁₅₎, ziemlich beträchtliche Zahlenschwankungen der Chromosomen, während andere, wie Nr. n, bei welcher die Zahl ausnahmslos 21 in den 56 Kernplatten ist, eine konstante Zahl aufweisen. Auf die Ursache der Verschiedenheit der Zahlenkonstanz will ich später eingehen.¹⁾

Die Tabelle VII zeigt, dass die Chromosomenzahl des Zuckermais bei verschiedenen Individuen verschieden ist, während Stürkermis stets ein und dieselbe aufweist. Der erste führt unter Umständen 20, 21, 22, 23 oder 24 Chromosomen. Dieses Phänomen zwingt zur Schlussfolgerung, dass die Verminderung der Zahl der Gemini bei unseren Bastarden Fall I und III mit dem besonderen Verhalten der elterlichen Chromosomen nichts zu tun gehabt haben kann. In der Tat stammt die Pflanze vom Fall I, bei der das Verhalten der elterlichen Chromosomen in der Reifungsteilung der Pollen-Mutterzellen studiert wurde, von den Samen aus derselben Kolbe (Nr. I) wie die Individuen Nr. q, r und s, die alle in den Wurzelspitzen 20 Chromosomen aufwiesen (Tabelle VII). So sind der Fall I und III nicht mehr als ein positiver Beweis für unsere Annahme, dass die Dominanzregel auch in diesen Fällen gelten kann. Zugleich haben wir jedoch keinen Grund, auf unsere Annahme zu verzichten. Auf der anderen

1) Die Zahlenschwankung der Chromosomen bei dem Individuum Nr. 47₍₁₅₎ ist als Folge der zeitweiligen Querteilung eines gewissen Chromosoms anzusehen (vgl. Tabelle VIII).

Seite kann die Vermehrung der Chromosomenzahl bei dem Fall II nicht ebenso einfach, wie eben erörtert, erklärt werden, weil wir keine Stärkemais-Rasse oder Individuum mit 12 bzw. 24 Chromosomen ermittelt haben.

In den Wurzelspitzen von „Sugar Corn“ \times „Early Driver“ habe ich viele Synkaryonen gefunden. Das beweist, dass die von NĚMEC (1904) zuerst experimentell ermittelten Synkaryonen in dem natürlichen Zustande auch auftreten können.

Die ursprüngliche Chromosomenzahl von *Zea Mays* L.

In meiner früheren Arbeit (KUWADA, 1911) habe ich angegeben, dass die Zahl der Gemini von *Zea Mays* von 9 zu 12 schwankt, und mich geäußert, dass die Zahl 12 wohl als die ursprüngliche zu betrachten ist. Weiter, auf Grund, dass es Paare von Gemini mit annähernd gleicher Gestalt gibt, habe ich die Vermutung ausgesprochen, dass *Zea Mays* eine tetraploide Pflanze sein möchte. Zur Entscheidung der Richtigkeit dieser Annahme war es nötig, die Chromosomen von denjenigen Pflanzen zu untersuchen, welche als die Stammform oder als systematisch verwandte Formen angesehen worden sind.

Die wildwachsende Form des Mais ist nirgends zu finden. Seine morphologischen Eigentümlichkeiten weichen von den verwandten Gattungen so weit ab, dass man seine Stammform nicht direkt angeben kann. Dennoch ist es fast ausser Zweifel, dass sie in Amerika heimisch war. Der in Südamerika von ST. HILAIRE¹⁾ entdeckte Balgmais, welcher vergrößerte und die Körner einschliessende Spelzen besitzt, ist von seinem Entdecker ST. HILAIRE, DARWIN,²⁾ KÖRNICKE³⁾ u. a. als die ursprüngliche Stammform des Mais, oder ihr nächst verwandte, oder als Rückschlag zu einer ausgestorbenen Stammform von *Zea Mays* betrachtet worden. Auf der anderen Seite hat HARSHBERGER,⁴⁾ nach seinen Studien an Bastarden zwischen *Euchlaena* und *Zea*, die Bastardnatur des Mais angenommen, aber doch nicht als Folge der Kreuzung zwischen selbst nahe verwandten Spezies, sondern als

1) DE VRIES (1903.), S. 41.

2) DE VRIES (1907), S. 114.

3) ILTIS (1911), S. 33.

4) COLLINS (1912), S. 522.

„the result of a cross between teosinthe (*Euchlaena mexicana*) and a race or variety of the plant produced by successive cultivation of the wild plant until its characters as a variety or race have become fixed.“

In seiner Abhandlung über die Stellung der Gattung *Zea* im System sagt HUGO ILTIS (1911): „Die Fähigkeit, Bastard zu erzeugen, spricht wohl für eine sehr enge Verwandtschaft, die sich aber auch verstehen liesse, wenn *Zea* nicht von *Euchlaena* abstammen würde, sondern, mit dieser zusammen, von einer unbekannten Gattung der Maydeen oder Andropogoneen“ (S. 41). Er suchte die Stammform unter den Andropogoneen und zwar, scheint mir, in der Subtribus Ischaemeae, bei der die für *Zea* kennzeichnende Zweiblütigkeit der Ährchen konstant vorkommt (S. 43). COLLINS (1912) billigt auch innige Verwandtschaft von *Zea* mit Andropogoneen. Er kam aber zur Ansicht auf Grund der „gradations between maize and teosinte“, dass *Zea* ein Bastard zwischen *Euchlaena* und einer unbekannten Art der Andropogoneen sei.

Ich habe die Chromosomenzahl bei so vielen Pflanzen wie möglich untersucht, die mit der Abstammung von *Zea* im Zusammenhang stehen. Sie sollen im folgenden kurz angegeben werden.

PROTEROGYNER MAIS UND CHINESISCHER MAIS.—Diese beiden Rassen bekam ich durch die Liebenswürdigkeit des Herrn COLLINS, Bureau of Plant Industry, U.S.A. Er hat freundlich mir noch Samen von *Euchlaena* und von einem Bastard zwischen *Euchlaena* und *Zea* zugesandt. Bei dieser Gelegenheit spreche ich ihm herzlichen Dank für seine Güte aus.

Herr COLLINS schreibt dazu: „While proterogyny is almost certainly a primitive characteristic this variety has no other characters which warrant the belief that it resembles the original type of maize more closely than do other varieties.“ Mit Bezug auf den chinesischen Mais schreibt er: „While perhaps not a primitive type it (chinesischer Mais) is so different from ordinary varieties that I hope you will find it interesting to investigate it cytologically.“ Meine Untersuchung ist leider noch zu unvollkommen, um die Einzelheiten hier anzugeben. Die Zahl der *niri* wurde aber bei den beiden Rassen als 10 festgestellt.

BALGMAIS.—Diesen Mais bekam ich durch die Freundlichkeit von Herrn ISHIKAWA aus der Landwirtschaftlichen Fakultät der Cornell Universität, Ithaca, U.S.A. Ich möchte ihm hier meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Bei der Reifung der Kolben fiel mir auf, dass der Samen nicht rein war. Es gab zweierlei Pflanzen, nämlich, der eine echter Balgmais, der andere nacktsamiger Pferdezahnmals. Da die Balgensamigkeit gegen die Nacktsamigkeit der gewöhnlichen Mais-Rassen sich recessiv verhält (DE VRIES, 1903,) übte ich in dem nächsten Jahre besondere Sorgfalt, um die Ähren von ausgespaltenem Balgmais als Material zu fixieren. Die Untersuchungen zeigten auch, dass sie 10 Gemini besaßen, von denen zwei beträchtlich gross wie bei „Black Starch“ waren (Fig. 52. Taf. II).

EUCHLAENA AUS SÜD-FLORIDA UND EIN BASTARD ZWISCHEN *EUCHLAENA* UND *ZEa*.—Die beiden Pflanzen wurden mir auch durch die Freundlichkeit des Herrn COLLINS zur Verfügung gestellt. Er schreibt in seinem Brief: „This type shows less resemblance to maize than do the varieties from Mexico, but even the Florida variety may not be entirely free from admixture with maize.“ Die Pflanzen wuchsen in Tokyo sehr gut. Zur Zeit, wo die Reduktionsteilung an Pollen-Mutterzellen stattfand, war aber das Klima schon kalt, und infolgedessen wies die Reduktionsteilung einige Abnormitäten auf. Bei den späteren Stadien der Prophase trennen die zusammengehörenden Chromosomen einiger Gemini sich oft voneinander, so dass man Gefahr läuft, falsch zu zählen. Die Fixierung durch Chrom-Osmium-Eisessigsäure war nicht gut. Dennoch konnte ich feststellen, dass die wirkliche Zahl der Gemini auch 10 ist (Fig. 53, Taf. II). Die Untersuchungen an den Wurzelspitzen ergaben die Bestätigung dafür. Sie brachten stets 20 Chromosomen zur Beobachtung, die überhaupt viel länger als die des Mais waren (Fig. 54, Taf. II). Bei dem Bastard zwischen *Euchlaena* und *Zea* wurden auch 10 Gemini festgestellt. In Fig. 55, Taf. II werden zwei aus merkwürdig ungleich langen

Chromosomen gebildete Gemini gesehen (vgl. S. 36 ff.). In seinem Brief schreibt Herr COLLINS: „, They (Bastardsamen) do not, however, represent first generation seeds, since the *Euchlaena* used was almost certainly itself a dilute hybrid with maize.“

ANDROPOGON.—Einige kultivierte Rassen von *Andropogon Sorghum* Brot. var. *vulgaris* HACK. bekam ich durch die Freundlichkeit des Herrn TANIGUCHI, welchem ich dafür sehr verbunden bin, aus der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität zu Tokyo. Die Fixierung der Pollen-Mutterzellen gelang nicht gut, sodass ich die Zahl der Gemini nicht mit Bestimmtheit feststellen konnte. Die Embryosack-Mutterzellen wurden aber gut fixiert, und es gelang mir auch 10 Gemini zu konstatieren (Fig. 56, Taf. II). Bei den Wurzelspitzen von *Andropogon Sorghum* Brot. var. *obovatus* HACK. aus unserem botanischen Garten konnte ich 20 Chromosomen feststellen (Fig. 57, Taf. II). Die Chromosomen sind im allgemeinen etwas dünner und kürzer als die von *Zea Mays*. Dieselben sind auch bei dem wildwachsenden *Andropogon Nardus* L. var. *Goeringii* HACK. erwiesen worden (Fig. 58, Taf. II).

ISCHAEMUM.—Nach ILTIS (1911) zeigt die Subtribus Ischaemeae von den Andropogoneen die grösste Ähnlichkeit mit *Zea*, und es interessierte mich sehr, ihre Chromosomenzahl kennen zu lernen. Ich erwartete, dass, wenn meine Vermutung von *Zea* als tetraploider Pflanze richtig ist, die diploide Zahl wohl in dieser Gattung zu finden sein dürfte. Diese Annahme musste aber aufgegeben werden, weil die Untersuchungen verrieten, dass bei den Wurzelspitzen von *Ischaemum anthephoroides* MIQ. (aus Hayama, Provinz Sagami) die Chromosomenzahl etwa 64–70 beträgt. Die Chromosomen drängen einander so eng, dass man mit Sicherheit die bestimmte Zahl nicht angeben kann (Fig. 59, Taf. II). Ich schätze sie auf 68, weil ich in manchen Fällen die letztere Zahl bekam. Sie sind überhaupt dünner und kürzer als die Chromosomen von *Zea Mays*. Dasselbe wurde auch bei derselben Art aus einem anderen Ort (Kugenuma, Provinz Sagami) bestätigt.

Die Zahl 68 ist weder als tetraploide noch als octoploide Chromosomenzahl der anderen Arten von Andropogoneae anzusehen. Die Gestalt der Chromosomen scheint aber einen bemerkenswerten Unterschied zwischen dieser Art und den *Andropogon*-Arten nicht aufzuweisen, und es erinnert sehr an den Fall von *Wikstroemia indica*, wo „die Zahl 36, die sich für die Gemini aus den phylogenetisch vorausgesetzten zweimaligen Kernverschmelzungen ergibt, im Laufe der Zeiten auf die jetzt zu beobachtenden Zahlen (22–29) zurückgegangen“ sein sollte (STRASBURGER, 1910₂, S. 9–10).

SACCHARUM.—HACKEL¹⁾ teilte die Andropogoneae in die beiden Gruppen Saccharinae, deren Ährchen sämtlich gleichartig ♂ sind, und Andropogoninae. Von diesem Gesichtspunkte aus dürfte diese Pflanze weniger interessant als die oben erwähnten Pflanzen sein, doch ist es nicht überflüssig eine chromosomale Untersuchung von *Saccharum* zum Vergleich auszuführen.

FRANK (1911) gibt an, dass die diploide Chromosomenzahl von *Saccharum officinarum* 28 beträgt. Ich erwartete, dass mein Material, *Saccharum officinarum* L., auch so viele Chromosomen besitzt, wie FRANK angab. Die Untersuchungen zeigten aber, dass das nicht der Fall war. Die Chromosomenzahl war die gleiche wie bei *Ischaemum* (Fig. 60, Taf. II). Das zu dieser Untersuchung benutzte Material war das gewöhnliche, in der Stadt käufliche. Zur Bestätigung untersuchte ich wieder die Wurzelspitzen des Zuckerrohrs aus Formosa, das in unserem botanischen Garten kultiviert worden war. Das Resultat war ganz dasselbe. Wenn wir es bei dem von FRANK untersuchten Zuckerrohr mit einer diploiden Pflanze zu tun haben, so erinnert es uns hier auch an den Fall von *Wikstroemia indica*, wie bei *Ischaemum*.

Die wildwachsende Art *Saccharum spontaneum* L. besitzt in den Wurzelspitzen auch so viele Chromosomen wie Zuckerrohr.

1) ILTIS (1911), S. 43.

Coix.—Die Tribus Maydeae wird nicht als eine monophyletischen Ursprungs angesehen, so dass sie überhaupt weniger interessant für diese Aufgabe als Andropogoneae zu sein scheint, doch ist es nicht ganz ausser der Frage, die Chromosomen von *Coix*, eine Gattung der Maydeae, zu untersuchen. Die Untersuchung zeigte, dass auch in den Wurzelspitzen von *Coix agrestis* Lowr. 20 Chromosomen sich finden (Fig. 61, Taf. II).

Die oben beschriebenen cytologischen Ergebnisse sprechen dafür, dass die ursprüngliche Zahl der Chromosomen von *Zea Mays* 10 bzw. 20 ist, und dass die Annahme, *Zea Mays* sei eine tetraploide Pflanze, unrichtig ist. Die regelmässige Monohybrid-Spaltung der chemischen Eigenschaften des Endosperm-Reservestoffes dürfte wohl als Hinweis der Unrichtigkeit der Annahme anzusehen sein (vgl. GREGORY, 1914).

Zum Schlusse sei betont, dass bei den dem Mais systematisch verwandten Pflanzen die Zahl der Chromosomen in zwei Kategorien:

10 bzw. 20 und ihre octoploidischen Zahlen, und die Gestalt der Chromosomen (*Coix* ausgenommen) in zwei Typen:

Euchlaena-Typus und *Andropogon*-Typus unterschieden wird.

Die Länge der Chromosomen.

(Ein Beitrag zur Frage der Herkunft von *Zea Mays* L.)

Wirft man einmal einen Blick auf Fig. 42, Taf. II, so wird man finden, dass die Grösse der verschiedenen scheinbar homologen Gemini allem Anschein nach voneinander deutlich verschieden ist. Am auffallendsten ist es dabei, wenn man die fünften bis achten Gemini in den Fig. 42, d und g mit den entsprechenden der anderen Figuren, z. B. mit denen von e vergleicht. Der Unterschied ist hierbei so gross, dass man annehmen muss, dass es zwei Typen in bezug auf die Grösse oder Länge der homologen Chromosomen gibt, während auf der andern

Seite alle Chromosomen einer Garnitur eben kleiner sind, als diejenigen der anderen. Dann werden wir die Frage aufwerfen: durch welche Ursache, entweder innere oder äussere, ist der eben genannte Unterschied der Chromosomengrösse hervorgerufen worden?

Die Anordnung der Chromosomen in Fig. 42 ist bloss künstlich, deshalb braucht man nicht notwendig zu meinen, selbst in dem Falle, wo die Grössenunterschiedsverhältnisse der Chromosomen scheinbar in den verschiedenen Chromosomen-Garnituren ebenmässig stattfinden, doch als ganzes die eine grösser als die andere ist, dass dieser Grössenunterschied der ganzen Garnituren nur auf äussere Faktoren allein zurückzuführen ist. Gibt es z. B. zwei Typen in der Grösse oder der Länge der homologen Chromosomen, so können wir unter der Annahme der Individualitätshypothese der Chromosomen uns vorstellen, dass die verschiedenen Individuen diese zweierlei Chromosomen in den verschiedenen Kombinationen führen müssen, und die Sache ist leicht verständlich. Können wir umgekehrt tatsächlich bei dem Mais das Vorhandensein von zweierlei homologen oder entsprechenden Chromosomen konstatieren, so ist das dann als eine Stütze für die Individualitätshypothese der Chromosomen dienlich. Mit der Hoffnung, erstens die Ursache der Grössenverschiedenheit der Chromosomen kennen zu lernen, zweitens die Ansicht über die Vermehrung der Chromosomenzahl durch die Querteilung festzustellen, beabsichtigte ich die Länge der Chromosomen bei verschiedenen Individuen zu messen.

Die Doppelchromosomen oder die Gemini sind viel grösser als die somatischen Chromosomen, deshalb scheinen sie beim ersten Anblick zu diesem Zwecke mehr geeignet zu sein als die letzteren. Praktisch sind sie aber weniger zweckmässig als die letzteren, da wegen ihrer massiven Gestalt die Messungsmethode dabei noch mehr kompliziert und Fehler auch viel grösser als bei den letzteren sein würden, bei denen die Gestalt schmal und lang ist und schon

die einfache Messung der Chromosomenlänge für die Erkennung der Grössenverhältnisse der einzelnen Chromosomen genügt. Aus diesem Grunde habe ich mich der somatischen Chromosomen in den Wurzelspitzen bedient.

Die Messung ist an den in dem Kernplattenstadium befindlichen Chromosomen ausgeführt, da in diesem Stadium alle Chromosomen in einer Platte regelmässig sich anordnen, sodass es für diesen Zweck von allen Stadien der einen Kerngeneration am geeignetsten ist. Es ist aber sehr schwer ein ideales Stadium zu erhalten; einige Chromosomen pflegen wenigstens teilweise gewissermassen mit der Kernplatte einen Winkel zu bilden. Dies ist ein schwieriger Punkt für diese Untersuchung. Wir stossen auch auf eine zweite Schwierigkeit, die Unmöglichkeit der direkten Messung. Wir kommen nur auf indirektem Wege zum Ziel. Ich habe die Chromosomen zuerst mit Hilfe des Abbeschen Zeichenapparates möglichst genau auf Papier gezeichnet, und dann mit einem speziell verfertigten Zerteiler mit 1 mm Abstand zwischen den beiden Schenkeln entlang der Mittellinie der Chromosomen von einem Ende zum anderen zerteilt, und die Zahl der Teile als die relative Länge der Chromosomen genommen. Die durch diese Schwierigkeiten entstehenden Fehler mögen vielleicht nicht klein sein, doch sind sie meiner Erfahrung nach nicht so gross als wenn man diese Messungsmethode aufgeben muss. Die Resultate sind in den nächststehenden Tabellen VIII und IX angegeben. Die Ziffern zeigen dabei die relative Länge der Chromosomen in mm, die von den längsten nach den kürzesten zu angeordnet sind.

TABELLE VIII.

Die relativen Chromosomenlängen in mm in den Adventivwurzelspitzen mit Ausnahme der Pflanzen Nr. r, s, 6(14) und 5(14) bei den vier letzteren wurde die Keimwurzelspitze der in feuchte Sägespäne gesetzten Körner verwendet.

Nr. der Individuen	Nr. der Chromosomen																								Gesamte Länge
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
90(13) „ Black Starch “	11	10	9	9	9	9	8,5	8	8	7,5	7	7	7	7	7	6	5	4,5	4,5	4					148
	13	12,5	11	10	9	9	9	8,5	8	7,5	7	7	7	7	7	7	6,5	6	5,5	5,5					163,5
	10	10	10	9,5	9	9	8,5	8	8	7,5	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5					148
	11	10,5	10	10	9	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	5,5	5	5					149
	10	9,5	9,5	9,5	9	8	8	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	5,5	5,5	4,5	4,5	4					138,5
	9	9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	6,5	6	5,5	5	5					141
	11	10	10	10	9	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	6	6	5	5	5					151
	10	9	9	9	9	9	8,5	8,5	8	8	8	7	7	6,5	6	5,5	5,5	5	5	5					140,5
	11	8	8	8	7	7	7	7	7	7	6,5	6	6	6	5,5	5,5	5	5	5	4					132,5
	10	9,5	9,5	9	8	8	8	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6	6	6	5,5	5	5	5					143
																					Durchschnittl. Wert				146,4
81(13) „ Black Starch “	12	11	9,5	9	9	9	9	8,5	8	8	8	7,5	7	7	6,5	6	6	5,5	5	4,5					157
	12,5	10	10	10	8,5	8	8	8	7,5	7,5	7,5	7	7	7	6,5	6	5,5	5,5	5	5					152
	13	10,5	9,5	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	6,5	6	5,5	6	5					159
	12	11	11	10,5	10	10	10	9,5	9,5	7,5	7	7	6,5	6	6	6	6	6	6	5,5	5				162
	12	11	10	9	9	8,5	8,5	8	8	7	7	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6					154,5
																					Durchschnittl. Wert				156,9
31(13) „ Amber Rice Pop „ Corn “	10,5	10	10	9	8	8	8	7,5	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5,5	4	4*	3*				145,5
	10	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6	5	5	4,5	4				143
	9,5	9	9	8,5	8	8	8	7	7	7	6,5	6	6	6	5,5	5,5	5	5	5	5					135,5
	11	10	8	8	8	8	7,5	7	7	6	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4					130,5
	10	9	8	8	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	5,5	5	5	5	4	4					130,5
	11	9	9	8	8	8	7	7	7	6	6	5,5	5,5	5	5	5	5	5	4,5	4					133
	10,5	9	9	9	9	8,5	8	8	8	7,5	7	7	6,5	6	6	6	6	5	5	4					147
	12	12	8,5	8	8	8	7	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6	6	6	5	5					143
	11	10,5	9	8,5	8,5	8	8	7,5	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5,5	5					146
	11	9	9	9	8	7,5	7,5	7	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	6	5	5					140
																					Durchschnittl. Wert				139,4

* Ob die hier mit diesen zweierlei Längen bezeichneten Chromosomen Nr. 20 und 21 wirklich zwei mit den Enden aneinander klebende sind, oder nur eines, war etwas deutlich und schwer zu entscheiden.

s "Sugar Corn " × "Black Starch " F ₁ (Kolbe Nr. 1, 1911)	12,5	11	10	10	9	9	8	8	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	7	6,5	6,5	6,5	165
	13	13	11	11	10	10	9	9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	6,5	6	5	5	167,5
	12	11	10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	6	5,5	5	5	164,5
	12	11	9,5	9	8	8	8	7	6,5	6	6	6	6	6	6	6	6	5,5	5	5	5	141,5
	12	11	11	10	9	8,5	8,5	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	7	6	6	5	5	158,5
	Durchschnittl. Wert																					159,4
f(14) "Sugar Corn " "Sugar Corn "	10	9	9	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6,5	6	6	5,5	5	4	150
	10	9	9	8,5	8	8	8	8	8	8	8	7	7	6,5	6	6	6	5,5	5	5	4	148,5
	10	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	5,5	5,5	5	5	4	4	141
	12,5	10	9	8	8	8	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	4	143,5
	11	11	10	10	10	9	8	8	8	8	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6	5	4	163
	11	9	9	8,5	8	8	8	7	7	7	7	7	6,5	6,5	6	6	5	5	5	4	4	144,5
	9,5	9	9	9	8,5	8,5	8	8	8	7	7	7	7	7	7	6,5	6	6	6	5	4	157
	12	10,5	9	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	5,5	5	5	5	5	4	141
	10,5	10	9	8	8	8	7	7	7	7	6,5	6	6	6	5,5	5	5	5	5	4,5	4,5	141,5
	10,5	10	9,5	9	8,5	8	8	8	7	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5	5	5	4	148
Durchschnittl. Wert																						147,8
28(13) "Sugar Corn "	10	10	10	10	10	9,5	9	9	9	9	7	7	7	7	7	6	6	6	5	5	4,5	157,5
	11	9	9	9	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	6,5	6	6	6	5,5	4,5	153
	10	10	9	9	9	8,5	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	6	6	6	5,5	5	5	151,5
	10	10	9	8,5	8,5	8,5	8	8	8	8	7,5	7,5	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5	150
	10,5	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	7,5	7	6,5	6,5	6,5	5	5	161,5
	10,5	9	8,5	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	5	5	5	4	147
	11	10	10	9,5	9,5	9	9	8,5	8	8	7,5	7	7	7	7	6	6	6	5	5	5	162
	13*	10	9	9	8,5	8	8	8	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6	6	5	5	4,5	144,5
	12*	10	9	9	8	8	8	8	7	7	7	6,5	6	6	6	5	5	5	5	4,5	4	141
	13,5*	9,5	8,5	8	8	8	8	8	8	7,5	7,5	7	7	7	6,5	6,5	6	5	5	4,5	4	148
Durchschnittl. Wert																						151,6

* Die mit Stern ausgezeichneten Längen der Chromosomen sind als Folge der Vorklebung von zwei Chromosomen an den Enden anzusehen.

58(13) "Black Mexican" (Seitenwurzel)	9	9	8	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5,5	5	5	4
	9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5,5	5	5	4,5
	12	9	9	8	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5,5	5	5	4
	11	9	8,5	8	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	7	7	6,5	6,5	6	6	5,5	5	4,5	
	9	8,5	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5,5	5	4,5	
	11	9	8,5	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5	
	9	9	8	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5,5	5	4,5	
	12	9	9	8,5	8	8	7	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	6	6	6	5,5	5	5	
	9,5	8	8	8	7,5	7,5	7	7	6	6	6	6	6	6	5,5	5,5	5	5	5	5	5	5	
	9	8,5	8	8	8	8	7	7	7	6	6	6	6	6	5,5	5	5	5	5	4,5	4,5	4	4
55(13) "Black Mexican"	10	9,5	9,5	9	9	9	9	8	8	7,5	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	5,5	5,5	5
	11	9,5	9	9	9	9	8	8	8	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5,5	5	5	5
	10	9	9	9	9	9	8,5	8	8	7,5	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5,5	5	5	
	11	10,5	10	10	9	9	8,5	8,5	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	5,5	5
	10	9	9	8,5	8	7,5	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5,5	5	5
	12	9,5	9	9	9	8	8	7	7	6,5	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	12	10,5	10	10	9	9	8	8	7	7	6,5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5
	10	10	9,5	9	9	9	9	8	8	7,5	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	5	5
	10	10	9,5	9	9	9	9	9	8	8	7	7	7	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	5
	10,5	10	10	8	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5
62(13) "Black Mexican"	10	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	6	6	6
	12	10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	7	6	6
	12	11	11	11	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	7	6	5	5	4,5
	12	11	11	11	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	7	6	5	5	4
	11	10	10	10	10	10	9,5	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	7	6,5	6	6	6	5
	12	10	10	10	9,5	9	9	8,5	8	8	8	8	8	8	7	6	6	6	6	5	5	5	4
	12	10,5	10	10	9	8,5	8	8	8	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	6	6	6	5	5
	10	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	6,5	6,5	6	5	5
	10	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	6,5	6,5	6	5	5
	14	11	11	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	7	6,5	6,5	5	5
Durchschnittl. Wert																							
181,25																							

19	13	11	10,5	10	9	9	8,5	8	7,5	7,5	7	7	6,5	6,5	6	6	5,5	5	157	
	10	10	10	9	9	9	8,5	8,5	8,5	8,5	8	8	7	7	6,5	6	6	6	161	
	13	10,5	10	10	9	9	8	8	7	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5	155	
	12,5	12	11,5	11	10	10	9,5	9	9	8,5	8	8	8	7	7	6	6	5	175	
	11	11	11	10,5	10	9,5	9	8,5	8	8	7,5	7,5	7	7	6,5	6,5	6	5,5	163	
	11	10,5	10	10	10	9,5	9,5	8,5	8,5	8	8	8	7	7	6,5	6	6	6	162	
	12	11,5	9,5	9	9	8	8	7,5	7	7	7	7	7	6,5	6,5	6	5,5	5	153	
	12	11	11	10	9	9	9	8,5	8	8	8	8	7,5	7	6	6	5	5	160	
	11	11	9,5	9	9	8	8	7,5	7	6,5	6,5	6	6	6	6	5	5	4	142	
	10	10	10	9,5	9	9	9	8,5	8	8	8	8	7	7	6	6	6	5,5	158,5	
	Durchschnittl. Wert																			158,65
20	11	10	10	10	9	9	9	9	8	7,5	7,5	7	7	7	7	7	6	5	4,5	164,5
	13	12	11,5	11	10,5	10	10	9,5	9	9	9	8	7,5	7	7	6,5	6	5,5	5	180
	11	11	10,5	9,5	8	8	8	7,5	7,5	7,5	7	7	7	7	6,5	6,5	6	6	5	160
	12,5	10	10	9	9	9	9	8,5	8	7,5	7,5	7	7	7	7	6	6	6	6	166
	12	10,5	10	10	10	9,5	9	9	8,5	8,5	8	8	7,5	7	7	7	7	6	5	174,5
	12	11	11	10,5	10,5	10	9	9	9	9	9	8	7	7	7	5	5	4,5	4,5	171
	13	12,5	11	10	10	10	9,5	9	8,5	8	8	7,5	7	7	7	6	5,5	5	4,5	170
	11	11	11	9,5	9	9	8,5	8	8	8	8	8	7	6	6	6	5,5	4,5	4	164
	12	11,5	10,5	10,5	10	8,5	8,5	8,5	8	8	8	7,5	7,5	7	6	6	6	5,5	5	168,5
	14,5	12	11	10	10	8,5	8	8	8	7,5	7,5	7	7	7	6,5	6,5	6	5,5	5	170,5
	Durchschnittl. Wert																			168,9
1	12	9,5	9	9	9	8,5	8,5	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	5	5	167,5
	10	9	9	9	9	8,5	8,5	8	8	8	7,5	7,5	7	7	6	6	5,5	5	4,5	159
	11,5	10,5	9	9	8,5	8,5	8	8	8	7	7	7	6	6	6	6	5,5	5	4	158,5
	11,5	10	9	9	8	8	8	8	7,5	7	6,5	6,5	6	6	6	6	5,5	5,5	5	157,5
	12,5	10	10	10	10	9	9	9	8	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6	6	172
	12,5	11,5	10,5	10,5	10	8,5	8,5	8	8	7,5	7,5	7,5	7	7	6,5	6,5	6	5,5	5	174
	12	11	10	10	10	9,5	9	9	8	8	7,5	7,5	7	7	6	6	6	5,5	5	172
	11,5	9	9	8	8	8	7,5	7,5	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5,5	5,5	5	154,5
	11	9	9	8,5	8	8	8	7,5	7	7	7	6	6	6	6	5,5	5	4,5	4	150
	10,5	8,5	8,5	8,5	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	5,5	5	5	5	153,5
	Durchschnittl. Wert																			161,85

* Die mit Stern ausgezeichnete Garnitur mag wirklich 21 Chromosomen führen, von denen die zwei mit den Enden scheinbar in ein Chromosom aneinander kleben.

4	<table><tr><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8,5</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7,5</td><td>6,5</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5,5</td><td>5</td><td>4,5</td></tr><tr><td>12</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4,5</td><td>4</td><td></td></tr><tr><td>11,5</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td><td>4,5</td><td></td><td></td></tr><tr><td>12</td><td>9,5</td><td>9</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8,5</td><td>8</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td></tr><tr><td>11</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4,5</td><td>4</td><td></td></tr><tr><td>13</td><td>10</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>12,5</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>10</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8,5</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td></tr><tr><td colspan="20">Durchschnittl. Wert</td></tr><tr><td colspan="20">155,75</td></tr></table>	9	9	9	9	8,5	8,5	8	8	8	8	7,5	6,5	6,5	6	6	6	5,5	5,5	5	4,5	12	9	9	8	8	7	7	7	7	6	6	6	5,5	5,5	5	5	5	4,5	4		11,5	10	9	9	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	5	5	4,5			12	9,5	9	9	8,5	8,5	8	8	7,5	7,5	7	7	7	7	7	6,5	6	6	5,5	5	11	11	10	9	9	9	8	7	6,5	6	6	6	5,5	5	5	5	5	4,5	4		13	10	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5,5	5,5	5	5	12,5	12	11	10	10	9	8,5	8,5	8	8	7	7	7	7	7	6,5	6	5	5	4	Durchschnittl. Wert																				155,75																				<table><tr><td>156</td><td>141</td><td>141,5</td><td>163</td><td>144,5</td><td>153,5</td><td>164</td><td>180,5</td><td>181</td><td>162,5</td><td>159,5</td><td>159,5</td><td>182</td><td>161,5</td><td>172</td><td>162</td><td>170</td><td>167,05</td></tr></table>	156	141	141,5	163	144,5	153,5	164	180,5	181	162,5	159,5	159,5	182	161,5	172	162	170	167,05																																																																																																																																																												
9	9	9	9	8,5	8,5	8	8	8	8	7,5	6,5	6,5	6	6	6	5,5	5,5	5	4,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
12	9	9	8	8	7	7	7	7	6	6	6	5,5	5,5	5	5	5	4,5	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
11,5	10	9	9	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	5	5	4,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
12	9,5	9	9	8,5	8,5	8	8	7,5	7,5	7	7	7	7	7	6,5	6	6	5,5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
11	11	10	9	9	9	8	7	6,5	6	6	6	5,5	5	5	5	5	4,5	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
13	10	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5,5	5,5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
12,5	12	11	10	10	9	8,5	8,5	8	8	7	7	7	7	7	6,5	6	5	5	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Durchschnittl. Wert																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
155,75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
156	141	141,5	163	144,5	153,5	164	180,5	181	162,5	159,5	159,5	182	161,5	172	162	170	167,05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8	<table><tr><td>10</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td><td>4,5</td></tr><tr><td>12</td><td>12</td><td>10,5</td><td>10</td><td>10</td><td>9,5</td><td>9</td><td>8</td><td>8,5</td><td>8</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>11,5</td><td>10</td><td>9,5</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>4,5</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>13</td><td>10</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td></td></tr><tr><td>12</td><td>11</td><td>11</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8,5</td><td>8,5</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>12</td><td>11</td><td>11</td><td>10,5</td><td>10</td><td>10</td><td>9,5</td><td>9</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8,5</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td></tr><tr><td>13</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>11,5</td><td>11</td><td>11</td><td>10,5</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>12</td><td>10</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>10,5</td><td>10</td><td>10</td><td>9,5</td><td>9</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td colspan="20">Durchschnittl. Wert</td></tr><tr><td colspan="20">167,05</td></tr></table>	10	10	9	9	8,5	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6,5	6	5	5	4,5	12	12	10,5	10	10	9,5	9	8	8,5	8	8	7,5	7,5	7	7	7	6,5	6	5,5	5	5	11,5	10	9,5	9	9	8	8	8	8	7	7	7	6,5	6	6	6	5,5	5	4,5	4	4	13	10	10	9	9	9	8,5	8	7,5	7	7	6,5	6	6	6	6	5,5	5	4	4		12	11	11	9	9	8	8	8	8	8,5	8,5	8	7,5	7	7	7	6,5	6	6	5	5	12	11	11	10,5	10	10	9,5	9	9	8,5	8,5	8	7,5	7	7	7	6,5	6	6	5,5	5	13	10	9	9	9	8	8	8	7,5	7	7	6,5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	11,5	11	11	10,5	10	10	10	9	9	8	7,5	7	6,5	6,5	6	6	6	5,5	5	5	5	12	10	10	9	9	8	8	8	8	8	7,5	7	6,5	6,5	6	6	6	6	5,5	5	5	10,5	10	10	9,5	9	9	8,5	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	6	6	6	5	5	Durchschnittl. Wert																				167,05																				<table><tr><td>155</td><td>170,5</td><td>159,5</td><td>160</td><td>157,5</td><td>161</td><td>167</td><td>153,5</td><td>147</td><td>162</td><td>151</td><td>155,5</td><td>156,5</td><td>152,5</td><td>157,83</td></tr></table>	155	170,5	159,5	160	157,5	161	167	153,5	147	162	151	155,5	156,5	152,5	157,83																																																																																									
10	10	9	9	8,5	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6,5	6	5	5	4,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
12	12	10,5	10	10	9,5	9	8	8,5	8	8	7,5	7,5	7	7	7	6,5	6	5,5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11,5	10	9,5	9	9	8	8	8	8	7	7	7	6,5	6	6	6	5,5	5	4,5	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13	10	10	9	9	9	8,5	8	7,5	7	7	6,5	6	6	6	6	5,5	5	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
12	11	11	9	9	8	8	8	8	8,5	8,5	8	7,5	7	7	7	6,5	6	6	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
12	11	11	10,5	10	10	9,5	9	9	8,5	8,5	8	7,5	7	7	7	6,5	6	6	5,5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13	10	9	9	9	8	8	8	7,5	7	7	6,5	6	6	6	6	6	6	5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11,5	11	11	10,5	10	10	10	9	9	8	7,5	7	6,5	6,5	6	6	6	5,5	5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
12	10	10	9	9	8	8	8	8	8	7,5	7	6,5	6,5	6	6	6	6	5,5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
10,5	10	10	9,5	9	9	8,5	8	8	8	8	8	7,5	7	7	7	6	6	6	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Durchschnittl. Wert																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
167,05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
155	170,5	159,5	160	157,5	161	167	153,5	147	162	151	155,5	156,5	152,5	157,83																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
21	<table><tr><td>12</td><td>9,5</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td><td>3,5</td><td>3,5</td></tr><tr><td>14,5</td><td>12</td><td>10</td><td>9,5</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6,5</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td></tr><tr><td>11</td><td>10,5</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8,5</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>3</td></tr><tr><td>11,5</td><td>10</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5,5</td><td>5</td><td>4,5</td><td>4</td></tr><tr><td>11</td><td>10,5</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>10,5</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td><td>4,5</td><td>3,5</td><td>3</td></tr><tr><td>11</td><td>11</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>9,5</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>4,5</td><td>4</td></tr><tr><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>8,5</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td></tr><tr><td>12</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>11</td><td>10</td><td>9,5</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5,5</td><td>5</td><td>4,5</td><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5,5</td><td>4</td></tr><tr><td>10,5</td><td>10</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>10,5</td><td>10</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7,5</td><td>7</td><td>6,5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5,5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td colspan="20">Durchschnittl. Wert</td></tr><tr><td colspan="20">157,83</td></tr></table>	12	9,5	9	9	9	8,5	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	6,5	6	5	5	3,5	3,5	14,5	12	10	9,5	9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	6,5	6,5	6,5	6	6	5,5	11	10,5	10	10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	7	6,5	6	5,5	5	5	11	10	9	9	8,5	8,5	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6,5	6	6	5,5	5	3	11,5	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5,5	5,5	5	4,5	4	11	10,5	10	9	8	8	8	7	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5,5	5,5	5	5	5	10,5	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	6	6	6	6	5,5	5	5	4,5	3,5	3	11	11	10	10	10	9,5	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	5	4,5	4	11	10	9	9	9	9	9	9	8,5	8	8	7	6,5	6	6	5,5	5	5	4	4	4	10	9	9	9	8,5	8	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	4	12	10	9	9	8	8	8	8	8	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	5	5	5	11	10	9,5	9	9	8	7	7	7	6	6	6	6	6	6	5,5	5,5	5	4,5	4	4	12	11	10	10	9	8	8	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	5,5	5,5	4	10,5	10	9	9	9	8	8	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	5,5	5	5	10,5	10	10	9	8	8	8	8	8	7,5	7	6,5	6	6	6	6	6	6	5,5	5	5	Durchschnittl. Wert																				157,83																			
12	9,5	9	9	9	8,5	8	8	8	7,5	7	7	7	7	7	6,5	6	5	5	3,5	3,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
14,5	12	10	9,5	9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	6,5	6,5	6,5	6	6	5,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11	10,5	10	10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	7	6,5	6	5,5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11	10	9	9	8,5	8,5	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6,5	6	6	5,5	5	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11,5	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5,5	5,5	5	4,5	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11	10,5	10	9	8	8	8	7	7	7	7	6,5	6	6	6	6	5,5	5,5	5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
10,5	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	6	6	6	6	5,5	5	5	4,5	3,5	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11	11	10	10	10	9,5	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	5	4,5	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11	10	9	9	9	9	9	9	8,5	8	8	7	6,5	6	6	5,5	5	5	4	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
10	9	9	9	8,5	8	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
12	10	9	9	8	8	8	8	8	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11	10	9,5	9	9	8	7	7	7	6	6	6	6	6	6	5,5	5,5	5	4,5	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
12	11	10	10	9	8	8	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	5,5	5,5	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
10,5	10	9	9	9	8	8	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	5,5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
10,5	10	10	9	8	8	8	8	8	7,5	7	6,5	6	6	6	6	6	6	5,5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Durchschnittl. Wert																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
157,83																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

Addiert man die Chromosomen von gleicher Länge¹⁾, so haben wir die folgenden zwei Tabellen²⁾:

TABELLE X.
Zahl der Chromosomen mit bestimmter Länge.
(ans Tabelle VIII.)

Rassen- Name	Nr. d. Indi- viduen	Diploide Chrom- osomen- zahl	Relative Länge der Chromosomen in mm												Zahl der gemessenen Chromoso- men	Durchschnittl. Wert der ge- samten relativen Längen der Chromosomen in einer Garnitur	
			15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4			3
„ Black Starch “	96 ₍₁₃₎	20			2	0	6	19	25	32	54	34	25	3		20×10=200	146,4
„ „	81 ₍₁₃₎	20			2	3	6	11	14	18	21	18	7			20× 5=100	156,9
„ Amber Rice Pop Corn “	31 ₍₁₃₎	20				2	6	3	18	27	38	33	25	8		20× 8=160	139,4
„ Sugar Corn “	22 ₍₁₃₎	20				3	7	15	32	35	52	35	16	5		20×10=200	149,05
„ Black Mexican “	5 ₍₁₃₎	20					4	6	9	35	52	45	40	9		20×10=200	132,5
„ Sugar Corn “ × „ Black Starch “																	
F ₁ , Kolbe Nr. 1	r	20			4	6	10	18	19	24	14	5				20× 5=100	179,3
„ „	s	20			3	3	7	10	12	21	20	15	9			20× 5=100	159,4
„ Sugar Corn “	6 ₍₁₄₎	21			1	1	7	11	25	33	49	44	28	11		21×10=210	147,8
„ „	28 ₍₁₃₎	21					3	10	11	14	19	15	11	1		21× 4=84	151,6
„ Black Mexican “	65 ₍₁₃₎	21				4	4	11	36	37	54	47	15	2		21×10=210	154,65
„ Sugar Corn “ × „ Black Starch “																	
F ₁ , Kolbe Nr. 2	p	21			1	12	16	25	35	39	47	31	4			21×10=210	172,35
„ Black Mexican “	58 ₍₁₃₎	22				2	4	9	10	10	15	9	7			22× 3=66	172,17
„ „	(Seitenw.)	22			2	2	2	1	18	40	51	55	42	9		22×10=220	145

1) Dabei ist 0,5 als 1,0 aufwärts angenommen worden.

2) Nur auf die Fälle mit derselben Chromosomenzahl beschränkt (vgl. Tabelle VIII und IX).

TABELLE XI.
Ditto.
(aus Tabelle IX.)

„ Black Mexican “	55(15)	23	2	5	18	28	28	43	55	28	23 × 9 = 207	165,05	
“	62(15)	23	4	5	22	21	24	28	21	11	2	23 × 6 = 138	181,25
“	“ (Seitenw.)	23	1	9	14	17	27	25	16	5	1	23 × 5 = 115	160,4
“	5(14)	24	5	18	27	48	59	46	36	1	24 × 10 = 240	147,09	
“	47(15)	24	8	10	13	32	35	29	15	2	24 × 6 = 144	176,35	

TABELLE XI.

Ditto.

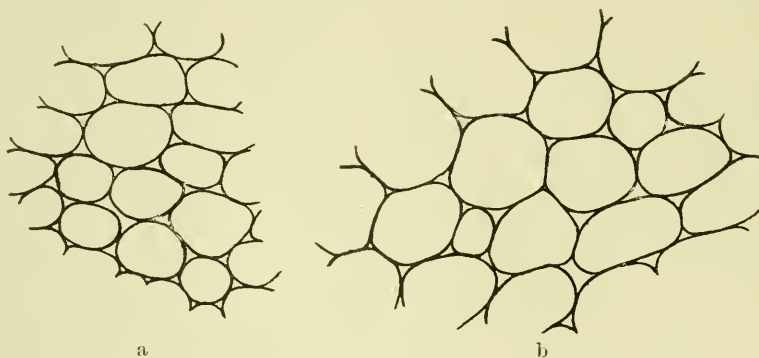
(aus Tabelle IX.)

Rassen- Name	Nr. d. Indi- viduen	Diploide Chromo- somen- zahl	Relative Länge der Chromosomen in mm												Zahl der gemessenen Chromo- somen	Durchschnittl. Wert der ge- samteten relativen Längen der Chromosomen in einer Garitur	
			15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4			3
Nr. 22(15) („ Sugar Corn “)	6	20	1	1	2	5	12	29	28	44	45	28	5	20 × 10 = 200	162,55		
	7	20				2	5	12	22	35	42	42	26	14	20 × 10 = 200	158,05	
	9	20		1	3	8	18	12	37	44	40	27	10	20 × 10 = 200	164,43		
	18	20		2	3	7	15	22	34	43	47	19	8	20 × 10 = 200	164,7		
	19	20				3	5	14	23	33	34	42	35	10	1	20 × 10 = 200	158,65
Nr. 58(15) („ Black Mexican “)	20	21	1	0	4	7	18	22	30	42	44	30	10	2	21 × 10 = 210	168,9	
	1	22				2	6	6	12	32	45	40	52	22	3	22 × 10 = 220	161,85
	2	22				1	8	3	21	23	44	43	54	19	4	22 × 10 = 220	162,95
	3	22				1	9	15	27	40	60	45	20	3	22 × 10 = 220	160,55	
	4	22				1	3	3	9	26	45	55	52	23	3	22 × 10 = 220	155,75
F ₁	8	22				2	7	10	21	28	40	43	48	17	4	22 × 10 = 220	167,05
	21	22	1	0	0	4	7	17	24	29	52	50	30	6	22 × 10 = 220	157,83	

In der Tabelle X finden wir, dass die Schwankungsweite der durchschnittlichen Werte der gesamten Länge der Chromosomen in einer Kernplatte so gross als von 132,5 zu 181,25 ist, und dass es dazwischen alle Zwischenwerte gibt. Die Kerngrösse ist auch entsprechend verschieden, so z. B.:

Nr. der Individuen	Relative Länge des Durchmessers der 10 Kerne bei voller Entwicklung in mm									
	25	26	26	26	27	27	27,5	28	29	29
Nr. 5 ₍₁₅₎ („Black Mexican“)	25	26	26	26	27	27	27,5	28	29	29
Nr. 47 ₍₁₅₎ („ „)	30	30	31	31,5	32	32,5	33	34	35	37

Die Zellengrösse ist auch entsprechend gross, wie dies z. B. Textfig. 1 a und b (dieselbe Vergrössung) veranschaulicht. Die Länge



Textfig. 1. Periblemzellen der Wurzelspitzen von „Black Mexican“
Nr. 5₍₁₄₎ (a) und Nr. 47₍₁₅₎ (b).

der Chromosomen in den Seitenwurzelspitzen ist überhaupt merkwürdig kürzer als diejenige in den Spitzen der Hauptstämme der Wurzeln. Sehen wir dann die Tabelle XI durch, so finden wir dagegen, dass die durchschnittlichen Werte derselben mit nur einigen Ausnahmen nahe dem Halben der Summe der gesamten Chromosomenlängen der beiden Elterpflanzen Nr. 22₍₁₅₎ und Nr. 58₍₁₅₎, d.h. nahe bei $\frac{1}{2} (149,05 + 172,17) = 160,61$ sich finden; selbst die Ausnahme machenden stehen auch nicht so weit von 160. Tabelle X enthält die Resultate von Pflanzen beliebiger Herkunft, während Tabelle XI die von Pflanzen mit denselben Eltern, nämlich Pflanze Nr. 22₍₁₅₎ und Nr. 58₍₁₅₎, darstellt. Was ist wohl der Grund für diesen Unterschied zwischen den auf Geräte wohl genommenen Pflanzen und den aus denselben Eltern abstammten?

Es ist wohl zweifellos, dass die Grösse der Chromosomen durch äussere Faktoren gewissen Schwankungen unterworfen ist. Ist der Unterschied der Länge der Chromosomen des Mais ausschliesslich auf äussere Faktoren zurückzuführen, so müsste ihre Grösse in beiden Fällen, mit verschiedenem und mit demselben Ursprung, ganz dieselbe sein. Dies ist aber nicht der Fall, wie die Tatsachen klar aufweisen.¹⁾

Wir finden in der Tabelle X, dass die gesamte Länge der Chromosomen bei der Pflanze Nr. 22₍₁₅₎ 149,05 und bei der Nr. 58₍₁₅₎ 172,17 beträgt. Die Gesamtlänge bei der letzteren ist von einem durchschnittlichen Wert aus nur drei Kernplatten; doch kann man sicher sagen, dass sie wirklich viel grösser als die der ersten Pflanze ist, da wir in einer Seitenwurzelspitze derselben die Länge 145, nahe so gross wie die bei der Spitze vom Hauptstamme der Wurzel der Pflanze Nr. 22₍₁₅₎, als durchschnittlichen Wert aus zehn Kernplatten haben.

Nehmen wir nun an, dass hier innere Ursachen bei der Verschiedenheit der Länge eine Hauptrolle spielen, so werden wir sehen, dass die gesamte Länge der Chromosomen in einer Kernplatte bei den Pflanzen, die von denselben Eltern abstammen, halb so gross als die Summe der gesamten Länge der beiden Eltern ist, da die gesamte Länge eines Satzes von Chromosomen, d. h. der von einem Elter abstammten Chromosomen halb so gross als die bei den somatischen Zellen des Elters sein muss. Unter dieser Annahme kann man die in Tabelle XI angegebenen relativ miteinander übereinstimmenden und dem Halben der Summe der gesamten Chromosomenlängen der beiden Elterpflanzen nahestehenden Resultate leicht verstehen. Sollen wir dann die Schwankungen über oder unter 160 einfach nur äusseren Faktoren oder vielleicht Messungsfehlern zuschreiben? Durch solche natürliche oder künstliche Ursachen hervorgerufene Schwankungen können zweifellos hier nicht ausgeschlossen sein. Doch können wir uns mit diesen Ursachen allein nicht begnügen, wenn wir berücksichtigen, dass die Schwankungsweite von 168,9–155,75 sein kann.

1) Man mag vielleicht einwenden, dass die Abweichung der Schwankungsgrösse der gesamten Chromosomenlänge in den beiden Tabellen nicht auf die verschiedene Herkunft der Pflanzen, sondern auf die Differenz der verschiedenen äusseren Bedingungen, d. h. die Kultur der Pflanzen in Sägespänen oder im Boden zurückzuführen sein könnte. Die gesamte Chromosomenlänge 179,3 in der Keimwurzelspitze von der Pflanze Nr. 1 in der Tabelle X (vgl. Tabelle VIII), welche ebenso wie die Pflanzen in der Tabelle IX oder XI in feuchte Sägespäne gesetzt worden war, wird aber eine Antwort auf diese Frage geben.

Wir haben eben die Annahme gemacht, dass die innere Ursache, welche die Länge der Chromosomen beeinflusst, bei den Pflanzen Nr. 22₍₁₅₎ und Nr. 58₍₁₅₎ verschieden sei. Diese Annahme deutet darauf hin, dass es bei dem Mais wenigstens zwei verschiedene Typen in bezug auf die Chromosomenlänge gibt. Gilt dies hier wirklich, so werden praktisch alle Pflanzen die verschiedensten Kombinationen der Chromosomen aus diesen zweierlei Typen führen. Die normale reduzierte Zahl der Chromosomen beim Mais beträgt 10, um deshalb eine homozygote Pflanze, d. h. eine Pflanze mit lauter Chromosomen von irgend einem der beiden Typen, zu erhalten, haben wir nur eine einzige Möglichkeit unter $4^{10} = 1048576$ Individuen.¹⁾ Daher ist eine aufs Geratewohl genommene Pflanze überhaupt als eine heterozygote anzusehen. Die Pflanzen Nr. 22₍₁₅₎ und Nr. 58₍₁₅₎ müssen also schon heterozygote Individuen in bezug auf Chromosomenlänge gewesen sein.

Wenn die Pflanzen Nr. 22₍₁₅₎ und Nr. 58₍₁₅₎ bezüglich der Chromosomenlänge heterozygot sind, so muss die gesamte Länge der Chromosomen in den verschiedenen Gametenzellen verschieden sein; folglich sind die gesamten Chromosomenlängen der durch die Konjugation dieser Gameten hervorgebrachten Pflanzen in den verschiedenen Individuen verschieden. Wir wollen dies im folgenden an einem Beispiel näher erklären.

Wir nehmen hier zwei Typen an. Die äusserste Schwankungsgrenze der gesamten Länge der Chromosomen ist, so weit die vorliegenden Untersuchungen reichen, 132,5 auf der einen Seite, und 181,25 auf der anderen Seite. Werden daher zwei ursprüngliche Typen angenommen, so muss die gesamte Länge 132,5 oder darunter für den einen Typus und 181,25 oder darüber für den anderen sein. Bloss um die Berechnung zu erleichtern ist sie in diesem Beispiel als 120 für den kurzchromosomigen Typus, und als 180 für den langchromosomigen angenommen worden. Natürlich ist dieses Beispiel nur zur Erklärung dienlich, und es hat mit den beiden wirklichen Urtypen, wenn vorhanden, nichts zu tun. Wir nehmen diese zwei Typen folgendermassen an. Die Ziffern hier zeigen die relative Länge der einzelnen Chromosomen in mm, und die gegenseitige

1) Dieses Verhältnis bleibt dasselbe in allen folgenden Generationen nach der F₂ (Lorsy 1916, S. 76).

Stelle der Ziffern deutet darauf hin, dass die beiden Chromosomen mit diesen Längen miteinander homolog seien.

	Nr. der Chromosomen										Gesamte relative Länge der Chromosomen in mm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Lang-chromosomiger Typus	12	11	10	9	9	9	8	8	7	7	90
	12	11	10	9	9	9	8	8	7	7	90
Kurz-chromosomiger Typus	9	8	7	6	6	6	5	5	4	4	60
	9	8	7	6	6	6	5	5	4	4	60

Wir wollen in erster Linie die Grösse des Unterschiedes der Länge zwischen den homologen Chromosomen in den beiden vermuteten Typen erörtern.

In dem Beispiel ist dieser Unterschied bei allen Chromosomen als gerade 3 angenommen worden. In Wirklichkeit müsste die Sache aber etwas anders sein, da die Länge der Chromosomen in den verschiedenen Chromosomen (nicht homologen) verschieden sein würde. Wir wissen natürlich nichts darüber, wodurch die Veränderung der Chromosomenlänge hervorgerufen worden ist. DELAUNAY (1915) hat angegeben, dass bei *Muscari*-Arten die Verkürzung der Chromosomenlänge auf Chromatin-Diminution an den Chromosomenenden zurückzuführen ist, und er hat sich geäußert, dass solche Chromatin-Diminution eine Verlustmutation der Organismen verursachen kann. Beim Mais werden sowohl die langen als auch die kurzen Chromosomen in einer und derselben Rasse gefunden, deshalb muss der Veränderungsvorgang der Chromosomenlänge hierbei allerdings ganz anders als bei den *Muscari*-Arten sein. Man muss annehmen, dass hierbei eine Verkürzung oder Verlängerung der Chromosomenlänge ohne Veränderung der fundamentalen Konstitution der Chromosomen als ganzes zum Vorschein gekommen sei. Wenn das der Fall ist, so erhebt sich die Frage, ob diese Veränderung der Chromosomenlänge nur von äusseren Bedingungen abhängig ist, oder, mit anderen Worten, ob die Veränderung erblich fixiert ist oder nicht. Ziehen wir zunächst die erste Alternative in Betracht, so können wir schliessen, dass diese eine Art von Mutation bei der Chromosomengestalt durch irgend eine Ursache bei allen Chromosomen in einer Garnitur zugleich stattgefunden hat. Die Empfindlichkeit gegen solche ursächliche Faktoren mag bei allen Chromosomen gleich sein. Die Grösse der durch diese Ursache hervorgerufenen Veränderung

der Chromosomenlänge muss aber von der originalen Grösse der schon verschieden grossen Chromosomen abhängig sein. So z. B., wenn die Veränderungsgrösse bei den längeren Chromosomen a sei, so muss die bei den kürzeren $a-m$ sein. Die zweite Alternative lässt die Deutung dafür nicht zu, dass die Chromosomen von den beiden Typen zusammen in einer und derselben Zelle, also unter denselben äusseren Bedingungen existieren können.

Die gesamte Länge der Chromosomen bei der Pflanze Nr. 22₍₁₅₎ ist 149,05, und bei der Nr. 96₍₁₅₎ 146,4. Die beiden Längen sind annähernd gleich. Die F₁-Pflanzen von 22 × 58₍₁₅₎ Nr. 6, 7 und 19 weisen als die gesamte Länge der Chromosomen je 162,55, 158,05 und 158,65 auf. Die Abweichung ist beinahe so gross wie zwischen den Pflanzen Nr. 22₍₁₅₎ und Nr. 96₍₁₅₎.¹⁾ In den folgenden Tabellen werden die Zahlen der Chromosomen mit den Längen innerhalb bestimmter Grenzen angegeben.

TABELLE XII.

Zahl der Chromosomen mit den Längen innerhalb bestimmter Grenzen.

Nr. der Individuen	Relative Länge d. Chromosomen in mm			Durchschnittl. Wert d. gesamten relativen Länge d. Chromosomen in einer Kernplatte
	14-9	14-8	5-4	
22 ₍₁₅₎	57	92	21	149,05
96 ₍₁₅₎	52	84	28	146,4
Durchschnittl. Wert	54,5	88	24,5	147,73

TABELLE XIII.

Ditto.

Nr. der Individuen	Relative Länge d. Chromosomen in mm			Durchschnittl. Wert d. gesamten relativen Länge d. Chromosomen in einer Kernplatte
	14-9	6-4	5-4	
22 × 58 ₍₁₅₎ F ₁ Nr. 6	78	33	5	162,55
„ „ 7	76	40	14	158,05
„ „ 19	78	46	11	158,65
Durchschnittl. Wert	77,33	39,67	10	159,75

1) Die Abweichung der gesamten Längen der Chromosomen bei den F₁-Pflanzen von 22 × 58₍₁₅₎ Nr. 7 und 19 ist nur 0,6, während die bei den Pflanzen Nr. 22₍₁₅₎ und Nr. 96₍₁₅₎ 2,65 ist. Um das Abweichungsverhältnis der beiden Fällen möglicherweise gleich zu machen, nahm ich die gesamte Länge der Chromosomen bei den F₁-Pflanzen von 22 × 58₍₁₅₎ Nr. 6 in die Rechnung ein.

In der Tabelle XII finden wir, dass die Zahl der Chromosomen mit den Längen über 9 durchschnittlich 54,5 ist, während diejenige mit den Längen über 8 88 beträgt. In der Tabelle XIII ist diejenige mit den Längen über 9 durchschnittlich 77,33. Mit anderen Worten, die Länge des 77,33ten Chromosoms ist gerade 9 beim Falle von der Tabelle XIII. Besteht nun eine Proportion zwischen der Länge und Zahl, so, um in dem Falle der Tabelle XII die Länge des 77,33ten Chromosoms zu erhalten, berechnen wir:

$(88 - 54,5) : (77,33 - 54,5) = (9 - 8) : (9 - x)$, wo x die geforderte Länge ist.

$$(9 - x) = 0,681$$

$$\therefore x = 9 - 0,681 = 8,319$$

Wir finden also, dass in dem Falle der Tabelle XII die Zahl der Chromosomen mit den Längen von 14 zu 8,319 gerade 77,33 betragen muss. Ist die Kurve der Zahlen der Chromosomen mit den bestimmten Längen in den beiden Fällen der Tabellen XII und XIII miteinander identisch, so müssen alle Chromosomen mit den Längen über 8,319 in dem Falle der Tabelle XII um 0,681 kürzer als die entsprechenden Chromosomen in dem Falle der Tabelle XIII sein. Unter der Annahme, dass es bei dem Mais zweierlei Typen in Bezug auf Chromosomenlänge gibt, kann die ebengenannte Zahlenreihe in den aufs Geratewohl genommenen Pflanzen überhaupt nicht identisch sein, so dass der in Rede stehende Längenunterschied der Chromosomen nicht ganz gleich wie die eben berechnete Zahl sein kann. Doch wäre es wohl gestattet zu sagen, dass diese berechnete Zahl wenigstens der wirklichen sehr nahe stehen würde, wenn man sie als durchschnittlichen Wert der Längenunterschiede zwischen jeden homologen oder entsprechenden Chromosomen mit den Längen innerhalb bestimmter Grenzen betrachtet. In derselben Weise kann man den Längenunterschied der kürzeren Chromosomen in den Fällen der Tabellen XII und XIII berechnen. Die Zahl der Chromosomen mit den Längen 5-4 beträgt 10 in dem Falle der Tabelle XIII und 24,5 in dem der Tabelle XII. Diejenige mit den Längen 6-4 ist 39,67 in dem Falle der Tabelle XIII. Im letzteren Falle ist also für die Länge des von dem kürzesten 39,67ten Chromosoms die Länge 6 anzunehmen. Um in diesem Falle die Länge des 24,5ten Chromosoms zu erhalten, genügt es uns folgendermassen zu rechnen:

$$(39,67-10):(24,5-10)=(6-5):(x-5), \text{ wo } x \text{ die geforderte Länge ist,}$$

$$(x-5)=0,489$$

$$\therefore x=5,489$$

Wir finden also, dass in dem Falle der Tabelle XIII die Zahl der Chromosomen mit den Längen unter 5,489 gerade 24,5 beträgt. Dann zeigt uns die Vergleichung der Fälle der beiden Tabellen, dass die Chromosomen mit den Längen unter 5,489 in dem Falle der Tabelle XIII durchschnittlich um 0,489 länger sind als die entsprechenden Chromosomen in dem Falle der Tabelle XII. Man kann daher den durchschnittlichen Wert aller Längenunterschiede der entsprechenden Chromosomen zwischen den beiden Fällen in den Tabellen XII und XIII etwa als $\frac{1}{2}(0,681+0,489)$ schätzen. Ist er wirklich so zu schätzen, so muss die Differenz $159,75 - 20 \times \frac{1}{2}(0,681+0,489)$ der durchschnittlichen gesamten Länge in dem Falle von Tabelle XII gleich sein. Diese ergibt 148,05 durch Berechnung, und diese Zahl weicht nur 0,32 von dem empirischen Wert 147,73 ab.

Die beiden berechneten Längenunterschiede 0,681 und 0,489 sind die durchschnittlichen Werte der Längenunterschiede bei den längeren und bei den kürzeren Chromosomen im Falle, wo der Unterschied der gesamten Chromosomenlänge der beiden Fällen (Tabelle XII und XIII) $159,75 - 147,73 = 12,02$ ist. Ist der Unterschied zwischen den gesamten Chromosomenlängen $180 - 120 = 60$, wie es bei unserem Beispiel der Fall ist, so ist der durchschnittliche Wert des Unterschieds der Chromosomenlänge bei den längeren Chromosomen:

$$12,02 : 60 = 0,681 : x$$

$$x = 3,399$$

Bei den kürzeren Chromosomen:

$$12,02 : 60 = 0,489 : x$$

$$x = 2,441$$

In unserem Beispiel ist der Unterschied bei allen Chromosomen zu gerade 3 angenommen, nur um die Berechnung zu erleichtern.

Aus diesen Urtypen werden durch die verschiedenen Kombinationen der Chromosomen die gemischten Typen, in denen die

gesamte Länge der Chromosomen die verschiedenen Werte zwischen denjenigen der beiden Urtypen haben kann, hervorgebracht. Die gemischten Typen A und B sind, um sie möglichst denjenigen der Pflanzen Nr. 58_(C16) und Nr. 22_(C15) ähnlich zu machen, wie folgt angenommen worden¹⁾:

Gemisch. Typus	Nr. der Chromosomen										Gesamte relative Länge d. Chromosomen in mm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	12*	8	10	9	9	9	8	8	7	7	171
	12	11*	7	9	6	9	8	8	7	7	
B	9	11	10	6	9	6	8	5	7	7	150
	9	8	7	9	6	6	5	8	7	7	

Nach der Art der Kombinationen der Chromosomen der beiden Urtypen sind die gesamten Längen der Chromosomen in den verschiedenen Individuen verschieden. Bei A stammen nur die Komponenten der drei Chromosomenpaare Nr. 2, 3 und 5 von den verschiedenen Urtypen ab, oder mit anderen Worten gesagt, sie sind heterozygotartig, und die übrigen von denselben Urtypen, oder homozygotartig. Um die gesamte Chromosomenlänge in den verschiedenen Gametenzellen aus A kennen zu lernen, genügt es also nur die Kombinationen der heterozygotartigen Chromosomenpaare zu untersuchen. Die Art der Kombinationen und die gesamte Länge der Chromosomen in diesen Kombinationen sind wie folgt:

	Nr. der Chromosomen										Gesamte relative Länge d. Chromosomen in mm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$3C_0$ {	12	8	10	9	9	9	8	8	7	7	87
	12	11	7	9	6	9	8	8	7	7	84
$3C_1$ {	12	11	10	9	9	9	8	8	7	7	90
	12	8	7	9	6	9	8	8	7	7	81
	12	8	7	9	9	9	8	8	7	7	84
	12	11	10	9	6	9	8	8	7	7	87
	12	8	10	9	6	9	8	8	7	7	84
	12	11	7	9	9	9	8	8	7	7	87
$3C_2$ {	12	11	7	9	9	9	8	8	7	7	87
	12	8	10	9	6	9	8	8	7	7	84
	12	8	7	9	6	9	8	8	7	7	81
	12	11	10	9	9	9	8	8	7	7	90
	12	11	10	9	6	9	8	8	7	7	87
	12	8	7	9	9	9	8	8	7	7	84
$3C_3$ {	12	11	7	9	6	9	8	8	7	7	84
	12	8	10	9	9	9	8	8	7	7	87

1) Hier sind die mit Stern ausgezeichneten Chromosomen als je in die zwei Chromosomen A und B, oder C und D quergeteilt angenommen.

Wir finden also, dass die gesamte Länge der Chromosomen in den Gametenzellen aus A 90, 87, 84 oder 81 ist, und dass das Häufigkeitszahlenverhältnis des Vorkommens der Gameten mit denselben gesamten Chromosomenlängen 1:3:3:1 ist. In der gleichen Weise können wir die gesamten Längen der Chromosomen der verschiedenen Gametenzellen aus B und deren Häufigkeitszahlenverhältnis des Vorkommens erhalten wie folgt:

Gesamte relative Länge der Chromosomen in mm	66	69	72	75	78	81	84
Häufigkeitszahl des Vorkommens	1	6	15	20	15	6	1

Die gesamten Chromosomenlängen in den somatischen Zellen der Pflanzen, die durch die Konjugation der Gameten aus A und B hervorgebracht worden sind, und das Häufigkeitszahlenverhältnis des Vorkommens der Pflanzen mit derselben gesamten Länge sind:

Gesamte relative Länge der Chromosomen in mm	147	150	153	156	159	162	165	168	171	174
Häufigkeitszahl des Vorkommens	1	9	36	84	126	126	84	36	9	1

Im allgemeinen Glied nC_r wird die Zahl der Kombinationen desto grösser, je näher r an $\frac{n}{2}$ rückt, wo n eine gerade Zahl, und wenn $r = \frac{n}{2}$ ist, ist sie am grössten. Die Summen der Chromosomenlängen in den beiden Kombinationen, die in der heterotypischen Kernteilung nach den beiden Polen geteilt worden sind, sind bei $r = \frac{n}{2}$ in allen Fällen einander gleich und also halb so gross wie die gesamte Länge der Chromosomen in der diploiden Zahl, weil hier die Grösse des Unterschieds der Chromosomenlänge zwischen den beiden Urtypen in allen Chromosomen als gleich angenommen worden ist. Deshalb müssen die Fälle, wo die gesamten Chromosomenlängen in den beiden Kombinationen einander gleich sind, oder mit anderen Worten, wo sie halb so gross als die gesamte Chromosomenlänge in der diploiden Garnitur sind, am häufigsten auftreten. Das gleiche gilt auch bei den Fällen, wo n eine ungerade Zahl ist, nur mit der Ausnahme, dass die gesamten Chromosomenlängen in jeden beiden Kombinationen nicht einander ganz gleich sind, sondern voneinander um den Unterschied zwischen einem Paar von Chromosomen aus ver-

schiedenen Urtypen abweichen. So sind bei diesem Falle die am häufigsten auftretenden gesamten Chromosomenlängen nicht gerade, sondern nur annähernd dem Halben der Summe der Chromosomenlängen in der diploiden Garnitur gleich. Wenn die Unterschiedsgrösse der Chromosomenlänge in allen Paaren von Chromosomen aus den beiden Urtypen nicht gleich ist, wie es wirklich der Fall sein sollte, so muss die Sache etwas anders sein. Der Unterschied zwischen den Längenunterschieden der beiden entsprechenden doch verschieden ursprünglichen Chromosomen ist aber so klein, dass das gleiche hier auch überhaupt gelten kann. Sehen wir nun noch einmal die Tabelle XI durch, so finden wir, dass die Tatsachen mit dieser Erwägung gut übereinstimmen, indem in den meisten Fällen die Summen der Chromosomenlänge (in diploider Garnitur), nur mit einigen Ausnahmen, annähernd halb so gross als die Summe der Chromosomenlänge der beiden Eltern sind.

In der Tabelle XI finden wir noch die Erscheinung, dass die Zahlen der Chromosomen von bestimmter Länge nicht immer gleich sind, selbst in den Fällen, wo die Summen der Länge aller Chromosomen in einer Garnitur einander gleich sind. Wir können natürlich als deren Ursachen äussere Faktoren oder Bedingungen und künstliche Fehler bei der Messung nicht ausschliessen. Man muss aber auch andere Ursachen in Betracht ziehen, weil verschiedene Kombinationen, wobei die Summen der Chromosomenlänge einander gleich sind, stattfinden können. Nehmen wir ein Beispiel aus B, so findet sich:

Nr. der Kombinationen in Gameten	Nr. der Chromosomen										Summe der relativen Chromosomen- länge in mm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
I	9	8	10	9	6	6	5	8	7	7	75
II	9	8	7	9	6	6	8	8	7	7	75
III	9	11	10	6	9	6	5	5	7	7	75
IV	9	11	7	6	9	6	8	5	7	7	75

In diesen vier Fällen ist die Summe der Chromosomenlänge immer 75. Alle Chromosomen, mit Ausnahme Nr. 1, 6, 9 und 10, finden sich aber in den verschiedenen Kombinationen. In den Pflanzen, die durch die Konjugation solcher Gameten hervorgebracht sind, kann folglich die Zahl der Chromosomen von

bestimmter Länge verschieden sein, selbst in den Fällen, wo die gesamten Zahlen der Chromosomenlänge einander gleich sind. Wir finden die folgenden Zahlen der Chromosomen aus dem eben erwähnten Beispiel:

Nr. der Kombinationen in Gameten	Relative Länge der Chromosomen in mm						
	11	10	9	8	7	6	5
I	0	1	2	2	2	2	1
II	0	0	2	3	3	2	0
III	1	1	2	0	2	2	2
IV	1	0	2	1	3	2	1

Dann wollen wir aus A und B ähnliche Zahlenfolgen wie die in der Tabelle XI gezeigten nachbilden. Die erste Frage hierfür ist die Schwankungsgrösse der eigenen Länge der Chromosomen. Es ist aber schwierig im Mais die Grenzen der Schwankung direkt zu bestimmen, da in den Chromosomen dieser Pflanze keine andere merkwürdige Charakteristik als die Länge gefunden wird. Auf indirektem Wege kann man es nur dadurch erlangen, dass man die Schwankungsgrösse der Chromosomenlänge in den beiden Fällen mit der diploiden Zahl 20 und 22 in der Tabelle XI miteinander vergleicht. Im Falle, wo die diploide Zahl 20 beträgt, findet man die Chromosomen mit der Länge 13 in allen Individuen, während im Falle mit 22 Chromosomen die grösste Länge der Chromosomen, welche alle Individuen führen, 12 ist. Die Zahl der Chromosomen mit der Länge 14 in dem Falle mit 20 Chromosomen und diejenige mit der Länge 13 in dem Falle mit 22 Chromosomen sind einander annähernd gleich. Das beweist, dass eine Anzahl der langen Chromosomen in den mit 20 Chromosomen versehenen Pflanzen in den Pflanzen mit 22 Chromosomen nicht vorhanden ist. Wenn die Vermehrung der Chromosomen auf die Querteilung der längsten Chromosomen zurückzuführen ist, so muss es zwei solche lange Chromosomen geben. Die in der Tabelle XI gezeigten Zahlen sind die Ergebnisse aus zehn Kernplatten. Deshalb müssen 20 solche Chromosomen vorhanden sein. Wenn man aber die Fälle mit 20 und 22 Chromosomen miteinander vergleicht, so wird man finden, dass die Zahl der Chromosomen, welche nur in dem ersten

Fälle (Fall mit 20 Chromosomen) sich finden, in jedem Individuum nur 2 oder 3 beträgt. Diese Zahlen stehen von 20 sehr entfernt. Ziehen wir z. B. die durchschnittlichen Werte der Chromosomenzahl aus den fünf Individuen in Betracht, so ergibt sich:

Relative Länge der Chromosomen in mm	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Durchschnittl. Wert d. Chromosomenzahl in d. Pflanzen 22×58 ⁽¹⁵⁾ F ₁ , Individuen Nr. 6, 7, 9, 18 u. 19 (Tabelle XI).	0,2	0,8	2,6	6	14,2	21,6	33,4	41,4	43,2	27	9,4	0,2

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich ist, bekommen wir erst annähernd 10 Chromosomen in der Zusammenaddierung der Zahlen der Chromosomen mit der Länge 15, 14, 13 und 12, und im weiteren Zusatz von Chromosomen mit der Länge 11 bekommen wir dann erst über 20 Chromosomen. Es scheint also die Länge dieser 20 Chromosomen, die den quergeteilten Chromosomen entsprechend sind, zwischen den Grenzen 15 und 11 zu schwanken. In Wirklichkeit kann die Länge der eigentlich noch kürzeren Chromosomen auch auf 13, 12, usw. schwanken, deshalb werden unter der Längenkategorie 13, 12, usw. auch die Zahlen der kürzeren Chromosomen enthalten sein. So muss man annehmen, dass die kürzeste Grenzlänge der Schwankung der Länge der längsten Chromosomen in der Kategorie der noch kürzeren Länge d. h. 10 oder 9 liegt. Das Vorkommen der Chromosomen mit der Länge 15 ist sehr selten, deshalb kann man wohl praktisch die Länge 14 als die längste Grenzlänge der Schwankung der längsten Chromosomen schätzen. Überhaupt nehmen die Fluktuationen die Binomialformel an. Wird die Formel $(1+1)^4 = 1+4+6+4+1$ für den vorliegenden Fall angenommen, so ist die eigene Länge der längsten Chromosomen als 12 anzunehmen. Dann werden die Schwankungen 14 und 13 links hin, und 11 und 10 rechts hin stattfinden. Wird die eigene Länge der den anderen quergeteilten Chromosomen entsprechenden Chromosomen als 11 angenommen, und finden die Schwankungen der Länge hier auch wieder nach der Formel $(1+1)^4$ statt, so werden wir finden, dass die Längen dieser zwei Chromosomen von 14 zu 9 schwanken.

Wenn die Chromosomenzahl 22 von der Zahl 20 durch die Querteilung der zwei langen Chromosomen abgeleitet ist, so werden die Zahlen mit dem positiven Zeichen der Differenzen der Chromosomenzahlen in allen Längenkategorien bei den 22-chromosomigen Pflanzen von denjenigen bei den 20-chromosomigen die Schwankungszustände der originalen Längen der zwei Chromosomen, welche sich je in die zwei quergeteilt haben, und die Zahlen mit dem negativen Zeichen diejenigen der quergeteilten vier Chromosomen aufweisen. In dieser Weise kann man wohl empirisch, obwohl nur indirekt, die Schwankungszustände der Chromosomenlänge kennen lernen. Das Resultat der Substruction oder die empirisch erhaltene Schwankungsgrösse zeigt, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist, die Schwankungsweite 15–8, und stimmt mit unserer Annahme, dass sie mit der Formel $(1+1)^4$ bezeichnet werden muss, annähernd überein.

Relative Länge der Chromosomen in mm	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Durchschnittl. Werte d. Zahlen d. Chromosomen mit d. bestimmten Längen bei den 20-chromosomigen Pflanzen in d. Tabelle XI.	0,2	0,8	2,6	6	14,2	21,6	33,4	41,4	43,2	27	9,4	0,2
Diejenige bei d. 22-chromosomigen Pflanzen in d. Tabelle XI.	0,17	0	1	4,8	6,3	15,8	26,7	40,5	48,8	50,2	21,8	3,8
Differenz	+ 0,03	+ 0,8	+ 1,6	+ 1,2	+ 7,9	+ 5,8	+ 6,7	+ 0,9	- 5,6	- 23,2	- 12,4	- 3,6

Wenn bei diesen Fällen die Chromosomen der 20-chromosomigen Pflanzen und diejenigen der 22-chromosomigen in denselben Kombinationen der beiden Urtypen sich finden, so muss die Kurve der eben erwähnten Differenzen symmetrisch sein. Auf diesen Punkt werden wir später noch einmal zurückkommen.

Nun wollen wir die Schwankungsgrösse der Länge der kürzeren Chromosomen erwägen. Wir sehen in der eben gegebenen Tabelle, dass die Differenzen mit dem negativen Zeichen in den vier Kategorien der Länge 7–4 sich finden. Diese Zahlen

sind, wie schon erörtert worden ist, die Zahlen der quergeteilten Chromosomen. Theoretisch muss die Summe dieser Zahlen gerade 40 sein. Thatsächlich ist sie aber nicht gerade 40. Die Abweichung beruht teils auf den künstlichen Fehlern und teils auf der gründlichen Verschiedenheit der Chromosomen-Kombinationen der beiden Urtypen. Diese Zahlenreihe mit dem negativen Zeichen zeigt aber im allgemeinen, obwohl nicht genau, die Schwankungszustände der Länge der kürzeren Chromosomen. Spannen wir 40 Chromosomen nach der Formel $(1+1)^2 = 1+2+1$ aus, so erhalten wir, wie unten gesehen, eine annähernd gleiche Zahlenreihe wie die empirisch bekommenen. Hier ist angenommen, dass von den 40 Chromosomen die 30 Chromosomen in der relativen Länge 6 mm lang und die übrigen 5 mm lang seien, da, wie schon oben erwähnt worden ist, die originale Länge des einen quergeteilten Chromosoms 12 mm und die des anderen 11 mm sein würde.

Relative Länge der Chromosomen in mm		7	6	5	4
Idealer Schwankungszustand der Längen der 40 Chromosomen. Die Ziffern bezeichnen die Zahl der Chromosomen.	30	7,5	15	7,5	
	10		2,5	5	2,5
	40	7,5	17,5	12,5	2,5
Empirische Ergebnisse.		5,6	23,2	12,4	3,6

Wir erfahren hieraus, dass die Schwankungszustände der Chromosomenlänge bei den längeren Chromosomen mit der Formel $(1+1)^4$ und bei den kürzeren mit der Formel $(1+1)^2$ bezeichnet werden können. Die nächst kommende Frage ist, wie lang das Chromosom ist, bei dem der Schwankungszustand in den anderen übergeht. An dieser Stelle braucht dies aber nicht eingehend erörtert zu werden. Es genügt uns, diese Frage nur der Erfahrung nach zu erledigen, wodurch wir ähnliche Zahlenreihen wie die empirisch erhaltenen hervorbringen können. Aus diesem Grunde habe ich den Übergangspunkt zwischen der Länge 10 und 9 liegend angenommen. Ist die Chromosomenlänge 10 oder über 10, so findet die Schwankung nach der Formel $(1+1)^4$ statt, und wenn 9 oder unter 9, nach der Formel $(1+1)^2$. Ich habe weiter angenommen, dass das Chromosom mit der Länge 12 sich in die zwei kürzeren mit der Länge 6 und dasjenige mit der Länge 11 in

diejenigen mit der Länge 6 und 5 sich quergeteilt haben. In dem Fall, wo die diploide Zahl 21 beträgt, haben wir zwei Möglichkeiten: die eine ist die Querteilung des Chromosoms mit der Länge 12, und die andere die desjenigen mit der Länge 11. Nun wollen wir aus A und B ähnliche Zahlenreihen wie wir sie in der Tabelle XI finden, hervorbringen.

Als ein Beispiel nehmen wir aus A eine haploide Chromosomen-Garnitur (oder die Chromosomen-Garnitur der Gameten) wie folgende an:

12 8 10 9 6 9 8 8 7 7.....84 (Summe)

Aus B eine andere:

9 11 10 9 9 6 5 8 7 7.....81 (Summe)

Die Zahlen der Chromosomen mit der bestimmten Länge in der durch die Konjugation der Gameten mit diesen beiderlei Chromosomen-Garnituren hervorgebrachten Pflanze sind wie folgt:

Relative Länge der Chromosomen in mm	12	11	10	9	8	7	6	5
Zahl der Chromosomen	1	1	2	5	4	4	2	1

Spannen wir diese Zahlen der Chromosomen in der Länge nach der Formel $(1+1)^4$ oder $(1+1)^2$ aus, und addieren die Zahlen der gleich langen Chromosomen zusammen, so erhalten wir eine ähnliche Zahlenreihe wie diejenige bei der Pflanze Nr. 18 in der Tabelle XI.

Zahl d. Chromo- somen		Relative Länge der Chromosomen in mm										
		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
	10	0,625	2,5	3,75	2,5	0,625						
	10		0,625	2,5	3,75	2,5	0,625					
	20			1,25	5	7,5	5	1,25				
	50					12,5	25	12,5				
	40						10	20	10			
	40							10	20	10		
	20								5	10	5	
	10									2,5	5	2,5
Sum- me	200	0,625	3,125	7,5	11,25	23,125	40,625	43,75	35	22,5	10	2,5

Nehmen wir nun Pflanzen mit Chromosomen der in der Tabelle XIV gegebenen Kombinationen an, und spannen die Zahlen der Chromosomen in der gleichen Weise wie oben erwähnt aus, so erhalten wir ähnliche Zahlenreihen der Chromosomen wie bei den F_1 -Pflanzen von $22 \times 58_{(15)}$ (Tabelle XI). Diese beiderlei Zahlenreihen, die der angenommenen (durch fette Schrift ausgezeichnet) und die der F_1 -Pflanzen von $22 \times 58_{(15)}$, sind in der Tabelle XV in Parallele gegeben.

TABELLE XIV.

Kombinationen der Chromosomen in den angenommenen Pflanzen aus den gemischten Typen A und B.

Nr. d. angenom. Pflanzen	Diploide Chromosomenzahl	Chromosomen-Garnitur aus	Nr. d. Chromosomen										Gesamte relative Länge d. Chromosomen in mm
			1 A	2 B C	3 D 1)	4	5	6	7	8	9	10	
I	20	A B	12 9	8 11	10 10	9 9	6 9	9 6	8 5	8 8	7 7	7 7	84 81 } 165
II	20	A B	12 9	8 11	10 10	9 6	9 6	9 6	8 5	8 8	7 7	7 7	87 75 } 162
III	20	A B	12 9	8 11	10 10	9 9	6 6	9 6	8 5	8 5	7 7	7 7	87 72 } 159
IV	21	A B	12 9	6 11	5 10	7 9	9 9	9 6	8 5	8 8	7 7	7 7	87 81 } 168
V	22	A B	6 9	6 11	6 10	5 10	9 9	6 6	9 6	8 8	8 8	7 7	87 81 } 168
VI	22	A B	6 9	6 11	6 7	5 7	9 6	6 6	9 6	8 8	8 5	7 7	84 72 } 156
VII	22	A B	6 9	6 11	6 10	5 10	9 6	6 9	9 6	8 5	8 5	7 7	84 75 } 159
VIII	22	A B	6 9	6 8	6 10	5 10	9 6	6 9	9 6	8 5	8 8	7 7	87 75 } 162
IX	22	A B	6 9	6 11	6 7	5 7	9 9	6 6	9 6	8 8	8 5	7 7	87 75 } 162
X	22	A B	6 9	6 11	6 7	5 7	9 9	6 9	9 6	8 5	8 5	7 7	84 75 } 159

1) Diese Buchstaben A, B, C und D bezeichnen die quergeteilten Chromosomen.

TABELLE XV.

Chromosomenzahlenreihen der angenommenen Pflanzen und der
F₁-Individuen von 22×58₍₁₅₎ (Tabelle XI).

Nr. d. angenom. u. wirkl. Pflanzen	Diplo- ide Chrom- somen- zahl	Relative Länge der Chromosomen in mm											Gesamte relative Länge d. Chrc- mosomen
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
I	20	0.625	3.125	7.5	11.25	23.125	40.625	43.75	35	22.5	10	2.5	165
18	20	2	3	7	15	22	34	43	47	19	8		164,7
9	20	1	3	8	18	12	37	44	40	27	10		164,43
II	20	0.625	3.125	7.5	11.25	20.625	35.625	41.25	37.5	27.5	12.5	2.5	162
6	20	1	1	2	5	12	29	28	44	45	28	5	162,55
III	20	0.625	3.125	7.5	11.25	20.625	33.125	36.25	35	30	17.5	5	159
7	20			2	5	12	22	35	42	42	26	14	158,05
19	20			3	5	14	23	33	34	42	35	10	158.65
IV	21	0.625	3.125	6.875	8.75	21.875	40.625	43.125	37.5	27.5	15	5	168
20	21	1	0	4	7	18	22	30	42	44	30	10	168,9
V	22	0.625	3.75	8.75	20		35.625	41.25	45	42.5	20	2.5	168
8	22		2	7	10	21	28	40	43	48	17	4	167,05
VI	22	0.625	2.5	3.75	10		23.125	37.5	55	55	27.5	5	156
4	22		1	3	3	9	26	45	55	52	23	3	155,75
VII	22	0.625	3.125	6.25	16.25		28.125	33.125	45	50	30	7.5	159
21	22	1	0	0	4	7	17	24	29	52	50	30	157,83
VIII	22			1.25	5	17.5	35	41.25	45	45	25	5	162
1	22		2	6	6	12	32	45	40	52	22	3	161,85
IX	22	0.625	3.125	6.25	16.25		30.625	38.125	47.5	47.5	25	5	162
2	22		1	8	3	21	23	44	43	54	19	4	162,95
X	22	0.625	2.5	3.75	15		30.625	37.5	47.5	47.5	27.5	7.5	159
3	22			1	9	15	27	40	60	45	20	3	160,55

Die Differenzen der durchschnittlichen Zahlen der Chromoso-
men in den verschiedenen Längenkategorien zwischen dem

20-chromosomigen und dem 22-chromosomigen Falle in dem Beispiel sind wie folgt:

Diploide Chromosomenzahl	Relative Länge der Chromosomen in mm										
	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
20	0,625	3,125	7,5	11,25	21,458	36,458	40,417	35,833	26,667	13,333	3,333
22		0,521	2,708	5,625	15,833	30,521	33,125	47,5	47,917	25,833	5,417
Differenz	+0,625	+2,604	+4,792	+5,625	+5,625	+5,937	+2,292	-11,667	-21,25	-12,5	-2,084

Diese Zahlenreihe der Differenzen weist eine asymmetrische Kurve auf, wie wir solche bei den empirisch erhaltenen Ergebnissen gefunden haben. Finden die Chromosomen aus A und B sich in denselben Kombinationen in den beiden Fällen, den 20- und 22-chromosomigen, so müssen die Differenzen mit dem positiven Zeichen die Schwankungszustände nur von Chromosomen mit der Länge 12 und 11 darstellen, und ideal also:

Zahl der Chromosomen		Relative Länge der Chromosomen in mm					
		14	13	12	11	10	9
10		0,625	2,5	3,75	2,5	0,625	
10			0,625	2,5	3,75	2,5	0,625
Summe	20	0,625	3,125	6,25	6,25	3,125	0,625

Diese Differenzzahlen bilden eine symmetrische Kurve. Die Symmetrie ist also davon abhängig, ob die Chromosomen der beiden 20- und 22-chromosomigen Pflanzen miteinander in ganz gleichen Kombinationen sich finden oder nicht. Daraus folgt, dass die Kurve, die die Differenzen aus den aufs Geratewohl genommenen Pflanzen bilden, überhaupt asymmetrisch sein mag, wie wir in den Pflanzen $22 \times 58_{(15)}$ gesehen haben. Um den Vergleich der Differenzen bei den eben erwähnten verschiedenen Fällen leicht erkennen zu lassen, wird jede Zahlenreihe der Differenzen in der Textfig. 2 in der Form von Kurven gegeben.



Textfig. 2. Die Kurven zeigen die Differenzen der Zahlen der Chromosomen mit den bestimmten Längen zwischen den 20- und 22-chromosomigen Fällen. Die Zahl der Chromosomen ist auf den Ordinaten und die Länge der Chromosomen auf der Abscissenlinie genommen.

----- Ideale Kurve im Falle keiner Längenverschiedenheit zwischen den entsprechenden Chromosomen.

———— Ideale Kurve im Falle der Längenverschiedenheit.

———— Empirische Kurve aus den $22 \times 58(15)$ F_1 Pflanzen.

Nun wollen wir auf Grund der Chromosomenlänge die Querteilung der Chromosomen als einen Vermehrungsvorgang der Zahlen derselben erörtern. Ist die Vermehrung der Chromosomenzahl bei dem Mais wirklich der Querteilung der bestimmten Chromosomen zuzuschreiben, so müssen wir zwei längere Chromosomen mehr in den 20-chromosomigen Pflanzen als in den 22-chromosomigen, und vier kürzere mehr in den letzteren als in den ersteren finden. Also muss die Proportion zwischen den Summen der beiden Differenzzahlen der Chromosomen, den positiven und den negativen, in den verschiedenen Längenkategorien der beiden 20- und 22-chromosomigen Fälle theoretisch gerade $(0,625 + 3,125 + 6,25 + 6,25 + 3,125 + 0,625) : (7,5 + 17,5 + 12,5 + 2,5) = 20 : 40 = 1 : 2$ sein. Bei den in der Tabelle XI aufgeführten Pflanzen ist solche Proportion $(0,03 + 0,8 + 1,6 + 1,2 + 7,9 + 5,8 + 6,7 + 0,9) : (5,6 + 23,2 + 12,4 + 3,6) = 24,93 : 44,8 = 1 : 1,8$ (s. S. 64). Sie weist die fast erwartete Proportion auf. Die Abweichung von der theoretischen

tischen Proportion ist nicht nur einfach auf die Kleinheit der Messungszahlen oder einen künstlichen Fehler zurückzuführen, sondern es muss auch zur Veranlassung derselben die Verschiedenheit der Kombinationen der Chromosomen von den beiden Urtypen in Betracht gezogen werden. So finden wir in unserem Beispiel die folgende Proportion:

$$(0,625 + 2,604 + 4,792 + 5,625 + 5,625 + 5,937 + 2,292) :$$

$$(11,667 + 21,25 + 12,5 + 2,084) = 27,5 : 47,501 = 1 : 1,73.$$

Dann wollen wir untersuchen, ob das gleiche Verhältnis auch zwischen allen den Fällen gelten kann, wo die diploide Zahl der Chromosomen je 20, 21, 22, 23 und 24 ist. Leider ist die Zahl der Messungen nicht so gross, als dass wir daraus einen statistischen Schluss ziehen könnten. Wir begnügen uns nur damit, dass wir die Chromosomenzahlen innerhalb bestimmter Längengrenzen in allen Fällen, wobei die gesamten Chromosomenlängen in einer Garnitur miteinander fast gleich lang (146,4–149,05 mm in der relativen Länge) sind, miteinander vergleichen. Um die Abweichung durch die Verschiedenheit der Chromosomen-Kombinationen nach Möglichkeit zu eliminieren, ist die Weite der Längenkategorie möglichst gross angenommen worden. Die Ergebnisse (Chromosomenzahlen aus 10 Kernplatten) sind in der nächsten Tabelle zu finden.

Nr.	Nr. der Pflanzen und Ableitungsform	Diploide Chromosomenzahl	Relative Länge der Chromosomen in mm	
			13-8	7-3
I	$\frac{22_{(15)} + 96_{(15)}}{2}$	20	88	112
II	Nr. 6 ₍₁₄₎ („Sugar Corn“)	21	78	132
III	$2 \left(II - \frac{I}{2} \right)$	(22)	(68)	(152) ¹⁾
IV	$\frac{I}{2} + \frac{VI}{2}$	(22)	(69)	(151)
V	$\frac{VI}{2} + \left(II - \frac{I}{2} \right)$	(23)	(59)	(171)
VI	Nr. 5 ₍₁₄₎ („Black Mexican“)	24	50	190

In dieser Tabelle ist Nr. I ein durchschnittlicher Wert der Chromosomenzahlen bei den Pflanzen Nr. 22₍₁₅₎ und 96₍₁₅₎, und Nr. III, IV und V sind, wegen des Mangels der geeigneten Fälle mit der gesamten Länge 146,4–149,05 aus Nr. I, II und VI nach der in der Tabelle angegebenen Ableitungsform durch Berechnung

1) Die eingeklammerten Zahlen sind durch Berechnung abgeleitet.

abgeleitet. In der Tabelle finden wir, dass je nach dem Zusatz von einem Chromosom in der diploiden Zahl die Zahl der Chromosomen mit den Längen 13–8 sich je um ungefähr 10 vermindert, und diejenige mit den Längen 7–3 dagegen sich je um ungefähr 20 vermehrt. Diese Tatsachen dienen mit den Beobachtungen bei der Reduktionsteilung (Wechselbeziehung zwischen der Zahl der Gemini und ihrer Grösse) als Beweis dafür, dass die Querteilung der Chromosomen für die Zahlenvermehrung beim Mais eine Rolle spielt.

Aus den oben erwähnten Tatsachen und der Erörterung kann man wohl schliessen, dass der Vorgang, die Querteilung der Chromosomen, nur auf diejenigen Chromosomen beschränkt werden muss, die zu dem lang-chromosomigen Typus gehören. Können die zu dem kurz-chromosomigen Typus gehörenden Chromosomen sich auch querteilen, so muss es solche Individuen geben, die viele kurze Chromosomen mit der Länge 4 oder 3 führen. Wir finden aber solche noch nicht. Die Pflanze Nr. 5⁽¹⁴⁾ („Black Mexican“) scheint auf den ersten Blick eine solche zu sein. Fällt es uns aber auf, dass die gesamte Chromosomenlänge dieser Pflanze schon sehr kurz ist (147.09 lang), so darf man wohl als richtig annehmen, dass hier auch die quergeteilten Chromosomen zu dem lang-chromosomigen Typus gehören. Nehmen wir ein Beispiel aus unserer Annahme:

			12	11	7	6	6	6	5	5	4	4.....66	} 147 (Summe)
			12	11	7	9	9	9	8	5	7	4.....81	
oder	6	6	6	5	7	6	6	6	5	5	4	4.....66	} 147 (Summe)
	6	6	6	5	7	9	9	9	8	5	7	4.....81	

Spannen wir die Zahlen dieser Chromosomen mit derselben Länge nach der oben erwähnten Formel $(1+1)^2$ aus, und vergleichen die Resultate mit der Zahlenreihe der Pflanze Nr. 5⁽¹⁴⁾, so haben wir:

Relative Länge d. Chromosomen in mm	10	9	8	7	6	5	4	3
Annahme	7,5	17,5	20	40	65	55	27,5	7,5
Pflanze Nr. 5 ⁽¹⁴⁾	5	18	27	48	59	46	36	1

Die beiden Zahlenreihen stimmen beinahe überein.

Beiläufig möchte ich kurz über die lokale Veränderung der Chromosomenlängen sprechen. Wie wir schon in der Tabelle X

gesehen haben, ist die gesamte Länge der Chromosomen in einer Garnitur bei den Seitenwurzelspitzen merkwürdig kürzer als bei den Spitzen der Hauptstämme der Wurzeln. Die Grösse der Kerne und der Zellen ist entsprechend kleiner als bei den letzteren. Die Durchmesser der Kerne der beiden Wurzelspitzen finden sich in den folgenden Proportionen:

	Relative Länge des Durchmessers der 10 Kerne von Nr. 58(15) („Black Starch“) bei voller Entwicklung in mm									
Hauptstamm der Adventivwurzel	24	25	28	28	29	30	30	30	30	32
Seitenwurzel	17	20	20	20	20	20	21	22	23	24

Solche lokale Veränderung der Chromosomenlänge ist zweifellos eine sekundäre Erscheinung, die auf die lokale Verschiedenheit der Zellengrösse oder mit anderen Worten auf das quantitative Verhältnis des Cytoplasmas zurückzuführen ist. Das erinnert uns an die Chromosomen bei den Pollen-Mutterzellen einer heterostylen Pflanze, *Fagopyrum esculentum*, wo die Chromosomen in den meiotischen Kernteilungen bei den grösseren Pollen-Mutterzellen viel grösser als bei den kleineren sind. STEVENS (1912) schreibt diese Dickenverschiedenheit der Chromosomen der Plasmamenge der Pollen-Mutterzellen zu. Andererseits hat SIERP (1913) angegeben, dass die Zellengrösse der Zwergsippe nicht immer kleiner als die der Normalsorte ist, sondern je nach den Pflanzenarten bisweilen so gross wie, und bisweilen sogar grösser als die letztere sein kann. Dieses Grössenverhältnis der Zellen ist in den bestimmten Rassen bestimmt. Das beweist, dass die Zellengrösse bei den bestimmten Pflanzen spezifisch und erblich fixiert ist. Die Verschiedenheit der Zellengrösse zwischen den Rassen ist auch von OSAWA (1915) bei *Morus* und von YAMAGUCHI (1916) bei *Pharbitis* angegeben worden. Es ist wohl zu erwarten, dass zwischen solchen Pflanzen die entsprechende Veränderung der Chromosomenlänge oder Chromosomendicke, im allgemeinen gesagt des Chromatinvolums, auch stattfinden kann. In diesen Fällen bleibt es aber fraglich, ob die Veränderung des Chromatinvolums eine primäre Ursache oder sekundäre Erscheinung ist. GATES (1915) äussert sich bei den Riesenpflanzen von

Primula: „, It is possible that here also the increase in the volume of chromatin is the primary change “ (S. 196).

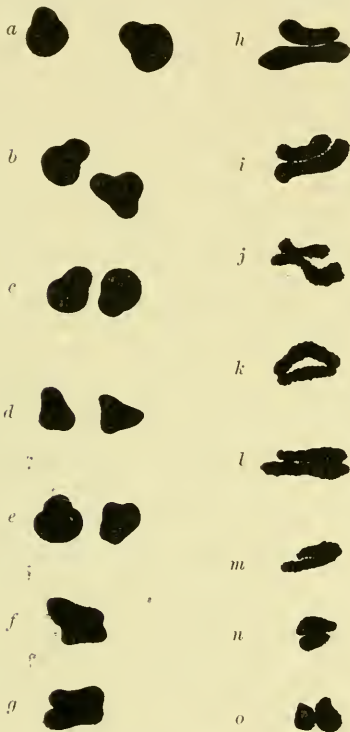
Wir haben schon darauf aufmerksam gemacht, dass die Grösse der Kerne oder der Zellen von der gesamten Länge der Chromosomen in den nämlichen Kernen abhängig ist. Das oben erwähnte also zusammengefasst: Das Chromatinvolum bestimmt die Grösse des Kerns, und folglich der Zelle, doch wird es umgekehrt auch durch die letztere kontrolliert.

Nun kehren wir wieder zu unserem Hauptproblem zurück. Wie oben erwähnt worden ist, geben die Untersuchungen über die individuelle Verschiedenheit der gesamten Länge der Chromosomen von einer Garnitur eine Stütze für die Annahme, dass es bei *Zea Mays* zwei Typen in den homologen oder entsprechenden Chromosomen in bezug auf die Länge gibt. Man dürfte doch aber fragen, ob es sich bei dieser Erscheinung einfach um ein durch äussere Faktoren, und zwar die Ernährungszustände der Pflanzen verursachtes oberflächliches Phänomen handelt. Die Tatsache, dass die gesamte Länge der Chromosomen eines Individuums, Nr. 47₍₁₅₎ („Black Mexican“), welches wegen schlechter Ernährung kaum 30 cm hoch war und nur einige Früchte tragen konnte, 176.35 erreichte, die eine der grössten Längen in den untersuchten Pflanzen (vgl. Tabelle X) war, sollte den genannten Verdacht wohl beseitigen können. Unserer Meinung ist dazu noch günstig, dass die Grösse der Gemini eines Individuums je nach der Grösse der gesamten Chromosomenlänge in den Wurzelspitzen entsprechend klein oder gross ist. Die Tatsache, dass die Chromosomen von einer Garnitur bei einer Pflanze nicht beträchtliche Unterschiede der Grösse untereinander aufweisen, während bei einer anderen diese Unterschiede sehr auffallend sind, ist auch als ein Beleg beizufügen (vgl. Fig. 14 und 20, Taf. I, oder Fig. 42, *g* und *h*, u. a.).

Ist unsere Meinung richtig, so müssen wir solche Gemini treffen, deren Komponenten-Chromosomen verschieden lang sind. Tatsächlich ist es nicht selten solche aus ungleich langen Chromosomen gebildete Gemini zu finden. Textfig. 3 zeigt die Abbildungen solcher Gemini, die aus denjenigen ausgezogen worden

sind, die gezeichnet worden waren, bevor die Längenverschiedenheit der entsprechenden Chromosomen mir auffiel. Natürlich ist die Erscheinung der Längenverschiedenheit nur auf einige Gemini beschränkt in einer Garnitur zu finden. Es ist wohl praktisch unmöglich solche Komponenten bei allen Gemini zugleich zu finden, da alle Gemini dabei aus den Chromosomen von den verschiedenen Urtypen gebildet werden müssen.

Wir finden auf zoologischem Gebiet einige Angaben über das Vorkommen der aus ungleich langen Chromosomen gebildeten Gemini. Die Geschlechtschromosomen X und Y sind als eine Art dieser Erscheinung hervorzuheben. Für die Autosomen hat ROBERTSON (1915) solche in zwei Fällen bei *Tettigidae porvipennis* und zwei bei *Oeridium granulatus* gefunden. Er ist der Meinung, dass die Ungleichheit der Länge der Komponenten-Chromosomen dadurch zum Vorschein gekommen ist, dass ein Endstück der einen der Komponenten bei der Reduktionsteilung mit der anderen verknüpft wurde, und sagt: „The importance lies in this, that such a deficiency may be the result of the dropping of a part of a chromosome and in this way may furnish the basis in the germcell for the loss of unit factors in heredity“ (S. 122). CAROTHERS (1913) gibt an, solche Gemini bei allen Individuen von *Brachystola magna*, *Arphia simplex* und



Textfig. 3.

Aus ungleich langen oder grossen Chromosomen gebildete Gemini. ca. $\times 2750$.

a-e. „Sugar Corn“ \times „Black Starch“ (aus fünf verschiedenen Pollen-Mutterzellen eines und desselben Individuums; b in Fig. 63, Taf. II).

f. „Early Eight Sugar Corn.“

g, h. „Sugar Corn“ (siehe Fig. 62, Taf. II).

i-l, o. „Amber Rice Pop Corn“ \times „Black Starch.“

m, n. „Amber Rice Pop Corn“ \times „Sugar Corn.“

(a-h aus Multi- oder Bipolarispindel-Stadium und i-o aus Diakinese-Stadium).

Dissosteira carolina gefunden zu haben. BOVERI (1904) schreibt auch in seiner Abhandlung „Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns,“ dass er ein solches Individuum mit asymmetrischen Tetraden bei *Ascaris megalocephala bivalens* traf: „Während ich nämlich früher die vier Stäbchen jeder Tetrade stets identisch gefunden hatte, ist mir vor kurzem ein weiblicher Spulwurm in die Hand gekommen, dessen Tetraden ungemein häufig aus zwei unter sich identischen längeren und zwei unter sich identischen kürzeren Stäbchen bestehen (Fig. 71),...“ (S. 77). In diesen Fällen ist die Ungleichheit der Gestalt oder Grösse der Komponenten-Chromosomen immer auf bestimmte Chromosomen beschränkt, wovon der Fall von *Zea Mays* ganz verschieden ist. Bei dem letzteren finden wir diese Grössenungleichheit der Komponenten bei Chromosomen von fast allen Grössen oder Längen, wie das die beiliegende Textfig. 3 veranschaulicht.

Die Ungleichheit wird am klarsten in dem Diakinese-Stadium beobachtet, in dem die beiden Komponenten zueinander parallel liegen (Textfig. 3 *i-o*). In dem nächsten Stadium verkürzen sich die Chromosomen und häufig nehmen sie etwas birnenförmige Gestalt an, wobei man die Ungleichheit noch klar erkennen kann (Textfig. 3 *a-c, e*). Sie nehmen bisweilen dreieckige Gestalt an (Textfig. 3 *d*). Auf Grund der Tatsache, dass man diese Ungleichheit der Gestalt der Komponenten-Chromosomen in Gemini von fast allen Grössen findet, kann man wohl sagen, dass sie bei *Zea Mays* auf eine andere Ursache als bei dem von ROBERTSON studierten Fall zurückzuführen ist, weil es schwer denkbar ist, dass eine Abnormität wie bei letzterem in allen Chromosomen von einer Garnitur stattfindet. Entscheidend für diese Frage ist noch das, dass bei *Zea Mays* diese Ungleichheit eine allgemeine Erscheinung in den verschiedenen fest fixierten Rassen ist.

In der botanischen Literatur ist, soweit meine Kenntnis reicht, keine Angabe hinsichtlich dieser Erscheinung zu finden. Nur ist hier hervorzuheben, dass nach STEVENS (1912) bei einer

heterostylen Pflanze, *Pagopyrum esculentum*, die Grösse der Chromosomen viel kleiner bei den kleineren Pollen-Mutterzellen als bei den grösseren ist. Der Autor betrachtet diese Verschiedenheit der Chromosomengrösse als eine von der Cytoplasmamenge abhängige sekundäre Erscheinung. In meiner früheren Arbeit über die meiotische Kernteilung bei *Oryza sativa* (KUWADA, 1910) habe ich angegeben, dass ich einmal ein Präparat traf, bei dem die Grösse der bestimmten Chromosomen viel kleiner als die bei den übrigen Fällen war. In der Meinung, dass dies eine spezifische morphologische Verschiedenheit der Chromosomen einer bestimmten Rasse sein möchte, untersuchte ich damals die Chromosomen bei den verschiedenen Rassen, besonders mit Rücksicht auf ihre Grösse und Gestalt. Ich erlangte aber nur negative Resultate. Ich neige jetzt zu der Ansicht, dass es sich um eine durch die Ernährungszustände der Pflanzen oder durch schlechte Manipulation des untersuchten Materials verursachte sekundäre Erscheinung handelt.

Immerhin sind die oben beschriebenen Tatsachen und Erörterungen für die Meinung günstig, dass es bei *Zea Mays* zwei Typen der homologen oder entsprechenden Chromosomen in bezug auf die Länge gibt. Die nächst kommende Frage ist die Abstammung dieser beiderlei Chromosomen. Zur Erledigung dieser Frage ist zunächst die Herkunft von *Zea Mays* klar zu machen. Wir haben neuerdings zwei Hypothesen hierfür: die eine von ILTIS (1911) und die andere von COLLINS (1912). Der erste ist der Meinung, dass *Zea Mays* von einer der Tribus Andropogoneae zugehörenden unbekannten Art abstamme. Andererseits behauptet der zweite, dass *Zea Mays* ein Bastard zwischen einer unbekannten Art von Andropogoneae und *Euchlaena* sei. Die Chromosomenzahl an sich dient aber als Kennzeichen für die Entscheidung der beiden Hypothesen nicht, weil sie sowohl bei allen von mir selbst untersuchten Arten von Andropogoneae, ausgenommen *Ischaemum antheophoroides*, als auch bei *Euchlaena* eben 10 bzw. 20 beträgt. Wir finden aber andererseits einen merkwürdigen Unterschied zwischen

den Chromosomenlängen von den zu den Andropogoneae gehörenden Pflanzen und von *Euchlaena*. Die Messungsergebnisse weisen auf, dass die gesamte Länge der Chromosomen einer Garnitur in den Wurzelspitzen von *Euchlaena* durchschnittlich 188,25 ist, während diejenige von *Andropogon* nur 111,3 ist (Tabelle XVI). Die beiden extremen Längen sind für die erste Pflanze 15 und 5, und für die letztere 8 und 3. Diese Ergebnisse sind die durchschnittlichen Werte der Längen aus nur vier Kernplatten bei dem ersten Fall und aus 3 Kernplatten bei dem letzteren. Diese Ziffern möchten also die wirklichen Längen nicht genau zeigen, doch sollten sie ihnen nahe stehen. Die beiden extremen Längen der Chromosomen von *Zea Mays* sind 15 und 4 (im 20-chromosomigen Falle); die erste ist die Länge der längsten Chromosomen von *Euchlaena* und die letztere annähernd diejenige der kürzesten von *Andropogon*. Diese Tatsachen stimmen mit der COLLINSSchen Hypothese überein. Berechnen wir versuchsweise die Differenzgrösse der Chromosomenlänge zwischen *Euchlaena* und *Andropogon* aus den Zahlenverhältnissen, die wir schon aus den Chromosomenlängen bei *Zea Mays* erhalten haben, so werden wir beinahe dieselben Zahlen wie die aus *Euchlaena* und *Andropogon* empirisch erhaltenen bekommen. Wir haben schon gesagt, dass bei dem Fall, wo die Differenz der gesamten Längen der Chromosomen zwischen den beiden Fällen (Tabelle XII und XIII) 12,02 ist, die Differenz zwischen den einzelnen Chromosomen bei den längeren Chromosomen durchschnittlich 0,681, und bei den kürzeren 0,489 ist. Die Differenz der gesamten Länge der Chromosomen zwischen *Euchlaena* und *Andropogon* ist $188,25 - 111,3 = 76,95$. Die Differenz der einzelnen Chromosomen ist also bei den längeren Chromosomen durchschnittlich:

$$12,02 : 76,95 = 0,681 : x \\ x = 4,36$$

Bei den kürzeren durchschnittlich:

$$12,02 : 76,95 = 0,489 : x \\ x = 3,13.$$

TABELLE XVI.

Relative Länge der Chromosomen in mm.

Name der Pflanzen	Nr. der Chromosomen																				Gesamte relative Länge	Durchschnittl. Wert der gesamten relativen Länge
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<i>Euchlaena</i> aus Süd-Florida	15	13,5	13	13	12	11	11	10	10	10	9	9	9	9	9	8	8	7	7	7	200,5	188,25
	11	11	10	10	10	9,5	9,5	9	9	9	8,5	8	8	8	8	7	7	6	6	5	169,5	
	14	14	13	13	12,5	12	12	10,5	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7	202,0	
	13	12,5	12	11	11	11	11	10	9	9	8,5	8	8	8	7,5	7,5	7	6	6	5	181,0	
<i>Andropogon</i> <i>Nardus</i> L. var. <i>Georgii</i> . HACK.	8	7,5	7	7	6	6	6	5,5	5,5	5	5	5	5	5	5	4,5	4	4	3	3	107,0	111,3
	8	7	7	7	7	6,5	6	6	6	6	6	5,5	5,5	5	5	4,5	4,5	4	4	4	114,5	
	8	7	7	7	6	6	6	6	6	5,5	5,5	5	5	5	5	5	5	5	4,5	4	112,5	

Die beiden extremen relativen Längen der Chromosomen waren 15 und 5 bei *Euchlaena*, und 8 und 3 bei *Andropogon*. Wir haben das Chromosom mit der Länge 15 in den 60 Chromosomen nur ein einzigesmal gefunden, deshalb unter der Annahme, dass die Länge der häufig auftretenden längsten Chromosomen 14 sei, können wir die eigene Länge der längsten Chromosomen bei *Euchlaena* aus demselben Grund wie bei *Zea Mays* auf 12 schätzen. In derselben Weise sind die eigenen Längen der kürzesten Chromosomen von *Euchlaena* und diejenigen der beiden längsten und kürzesten Chromosomen von *Andropogon* je auf 6, 7, und 4 zu schätzen. Die Differenz der Chromosomenlänge zwischen *Euchlaena* und *Andropogon* ist also 5 bei den längsten Chromosomen und 2 bei den kürzesten. Die beiden durch Berechnung erhaltenen Differenzen sind 4,36 und 3,13. Die Differenz zwischen den längeren Chromosomen ist also etwas kleiner als die empirisch erhaltene Differenz 5, und diejenige zwischen den kürzeren Chromosomen grösser als die empirisch erhaltene 2. Die berechnete Grösse der Differenz ist aber ein durchschnittlicher Wert der Differenzen zwischen den Chromosomen mit verschiedenen Längen innerhalb gewisser Grenzen. Die berechnete Differenz der längsten Chromosomen, wenn möglich zu berechnen, müsste also grösser als 4,36 und diejenige der kürzesten kleiner als 3,13 sein, oder mit anderen Worten gesagt, sollten die beiden berechneten Differenzen noch näher 5 oder 2 stehen als 4,36 oder 3,13. Wir können also sagen, dass die Differenzen der Chromosomen zwischen *Euchlaena* und *Andropogon* denjenigen zwischen den beiden Urtypen von *Zea Mays* annähernd gleich sind, wobei die Differenz der gesamten Länge der Chromosomen zwischen den beiden Urtypen so gross als diejenige zwischen *Euchlaena* und *Andropogon* angenommen ist. Die eigene Länge der längsten und kürzesten Chromosomen von *Zea Mays* können wir je auf 12 und 5 schätzen, deshalb werden wir kennen lernen, dass die eigene Länge der längsten Chromosomen von dem kurz-chromosomigen Urtypus $= 12 - x$ ist, wo x etwas grösser als 4,36 ist, und diejenige der kürzesten Chromosomen von dem lang-chromosomigen $= 5 + y$, wo y etwas kleiner als 3,13. Von den in die Tribus Andropogoneae

gehörenden Pflanzen sind die Chromosomen von drei Arten: *Andropogon Sorghum* BROT. var. *obovatus* HACK., *A. Nardus* L. var. *Goeringii* HACK. und *Ischaemum anthephoroides* MIQ. untersucht worden. Die Chromosomenzahl der ersten zwei beträgt in den Wurzelspitzen 20 und diejenige der letzten ca. 64–70. Die Längen der Chromosomen dieser drei Arten sind einander beinahe gleich, selbst wo die Chromosomenzahlen voneinander sehr abweichen (Fig 57, 58, 59, Taf. II). Diese Tatsachen lassen uns den Schluss ziehen, dass die Länge der Chromosomen einer unbekannten Art der Andropogoneae, die von COLLINS als ein Vorelter von *Zea Mays* angenommen worden ist, auch so lang als diejenige der oben beschriebenen drei Arten ist. Wenn es wirklich der Fall ist, so ist der Befund, dass es bei *Zea Mays* zwei Typen in bezug auf die Länge der homologen oder entsprechenden Chromosomen gibt, als günstig für die COLLINSSche Hypothese zu betrachten. Um diese Hypothese als richtig sicher zu stellen, ist es allerdings notwendig, die serologische Untersuchung, die in dem Pflanzengebiet von MAGNUS und FRIEDENTHAL, neuerdings auch von ZADE (1914) u. a. gemacht worden ist, an diesen Pflanzen weiter anzustellen.

Aus den oben beschriebenen Tatsachen und Erörterungen können wir wohl mit COLLINS richtig schliessen, dass die Herkunft von *Zea Mays* ein Bastard zwischen *Euchlaena* und einer unbekannten Art von Andropogoneae sein muss, wobei die längeren Chromosomen von *Euchlaena* und die kürzeren von einer zur Tribus Andropogoneae gehörenden Pflanze abstammen. Wenn *Zea Mays* wirklich Bastardnatur hat, so ist diese Pflanze nicht als ein beide elterlichen Charaktere führender konstanter Bastard zu betrachten, wovon wir auf zoologischem Gebiete einige Beispiele haben, sondern als eine Pflanze anzusehen, die am wahrscheinlichsten mit neuen Kombinationen von nach der MENDELSchen Regel spaltenden Charakteren versehen ist, weil die Zahl der Chromosomen von *Zea Mays* nicht die Summe der der vermuteten Voreltern, sondern gleich ist der jedes Voreltern. Die Verschiedenheit der Charaktere zwischen den beiden Voreltern ist aber nicht so einfach, dass man *Zea Mays* leicht für einen natürlich gespaltenen konstanten Bastard im genaueren Sinne erkennen kann. Wir müssen also zunächst

daran denken, dass es bei *Zea Mays* auf der einen Seite solche Charaktere gibt, die in neuen Kombinationen, jedoch homozygotisch, sich finden, während auf der anderen Seite mehrere heterozygotische Charaktere vorhanden sind. Wir wollen dann kennen lernen, aus welchem Grunde COLLINS den Schluss gezogen hat, dass *Zea Mays* von Bastardnatur sei. Im folgenden werde ich seine Ansicht kurz referieren.

Nach COLLINS gibt es alle intermediären Pflanzen zwischen *Zea Mays* und *Zea canina*. Die letztere Pflanze ist durch HARSHBERGER als ein Bastard zwischen *Zea Mays* und *Euchlaena mexicana* nachgewiesen worden. Diese Tatsachen zwingen uns also zu denken, dass alle *Euchlaena* ähnlichen Charaktere von *Zea Mays* durch Bastardierung aus *Euchlaena* wie bei *Zea canina* hineingetreten sein müssen. Die aus den Samen von der in Mexico wildwachsenden *Euchlaena* hervorgebrachten Pflanzen zeigen wieder alle Stufen der Charaktere zwischen der reinen Art von *Euchlaena mexicana* und *Zea canina*. Wir können anderseits bei einer Rasse, *Zea Mays tunicata*, von den normalen Pflanzen dieser Rasse weit abweichende Pflanzen dadurch erhalten, dass die Pflanzen während einiger Generationen der Inzucht unterworfen werden. Die veränderten Charaktere dieser Pflanzen sind: 1. Die vollständige Unterdrückung der Hervorbringung seitlicher weiblicher Infloreszenzen oder Kolben. 2. Die Vergrößerung der terminalen Infloreszenzen und das Auftreten beider Geschlechtsorgane darin. Solche Pflanzen haben kein Merkmal, wodurch sie von der Tribus Andropogoneae ausgeschlossen werden. Das lässt uns vermuten, dass die Voreltern von *Zea Mays* einst vollständige Blüten geführt haben. *Zea Mays* führt also die Charaktere von *Euchlaena* auf der einen Seite und diejenigen von Andropogoneae auf der anderen Seite. In der Einleitung seiner Abhandlung schreibt er: „If some teosintelike plant were considered as the prototype the unmistakably primitive characters of pod corn seemed meaningless. If the characters of pod corn were admitted as an ancestral the gradations between maize and teosinte had to be disregarded or left unexplained“

(S. 521). Wir finden, dass praktisch bei allen Fällen, wo die stark ausgedrückte Divergenz zwischen *Euchlaena* und *Zea tunicata* vorhanden ist, *Zea Mays* Charaktere intermediärer Natur aufweist, und dass diese Charaktere gewöhnlich variierend sind. Im folgenden seien die Einzelheiten aus dem Original angeführt (S. 527-9):

„1. The glumes of the staminate inflorescence are short in teosinte, long in pod corn. In maize they are of variable length, never longer than in pod corn, and seldom as short as in teosinte.

2. In teosinte perfect flowers in the staminate inflorescence have never been observed. In pod corn they are the rule. In maize they are a common abnormality.

3. In teosinte branches are developed from practically every node. In the extreme type of pod corn no branches develop, and even the lateral female inflorescence is suppressed, all seed being borne in the terminal panicle. In maize all gradations between these two extremes occur.

4. In teosinte all primary branches terminate in a staminate inflorescence. In the branched forms of pod corn staminate flowers have not been observed on any of the branches. In maize staminate spikes at the summit of the female inflorescence occur as an abnormality in practically all varieties.

5. In teosinte each internode of the rachis of the female inflorescence is specialized into a cup, in which the seed is contained. In the female inflorescence of pod corn all spikelets are stalked, resembling the spikelets of the staminate inflorescence, while the rachis is only slightly pitted. In maize the female spikelets are sessile, while the rachis is pitted more deeply than in pod corn and less so than in teosinte.

6. In teosinte the floral bracts of the female spikelets are highly differentiated, the lower being large and horny, completely closing the opening in the pitted rachis, while the others are greatly reduced. In pod corn the glumes of the female spikelets are all well developed and are no more specialized than those of the male inflorescence. In maize they are all reduced, but the lower are more indurated than the upper.

7. A combined result of the last three characters is that in teosinte there is practically no resemblance between the male and female inflorescences, the differentiation extending even to the total loss of one of the spikelets of each pair in the female inflorescence. In pod corn the differences between the terminal and lateral inflorescences are slight. In maize the differentiation is less than in teosinte and greater than in pod corn.

8. In teosinte there is always a secondary branch in the axil of every prophyllum that encloses a primary branch, and if tertiary branches, or branches of a still higher order occur, the most highly developed branch is always to be found in the axil of the prophyllum. In pod corn branches have never been observed in the axils of prophylla. In maize, branches in the axils of prophylla occur as very rare abnormalities in several varieties, while in *Zea hirta*, a type of maize from the Mexican plateau, such branches are normal.

9. In teosinte double-flowered female spikelets have never been observed. In pod corn two-flowered female spikelets, while not normal, are of very frequent occurrence. In one plant 20 per cent of the female spikelets were double-flowered. In maize double spikelets do occur, but rarely, and when present, only a few of them are found on any single ear, the highest number observed as yet being 6, or about one per cent."

Kurz zu sagen, sind die gewöhnlichen Rassen von *Zea Mays* als Pflanzen gewissermassen mit den intermediären Charakteren zwischen *Euchlaena* und *Andropogoneae*, und *Zea tunicata* und *Z. hirta* als solche, bei denen einige ihrer Charaktere nach dem MENDEL'schen Gesetze ausgespaltet worden sind, anzusehen. Natürlich sind die heutigen Rassen von *Zea Mays* nicht als der nämliche Bastard, der einst zwischen *Euchlaena* und einer unbekannten Art von *Andropogoneae* durch Kreuzbestäubung hervorgebracht worden war, zu betrachten. Seitdem müssen manchmal Mutationen der verschiedenen Charaktere darin stattgefunden haben. Als Beispiel für solche Charaktere kann man wohl die chemischen Verschiedenheiten des Reservestoffes des Endosperms, der Farbe der Kleberschicht und der Fruchtschale usw. hervorheben. Deswegen ist es allerdings unmöglich, die Frage über die Herkunft aller heutigen Charaktere des Mais, wenn er wirklich von Bastardnatur ist, durch das MENDEL'sche Gesetz durchaus zu erledigen. Doch ist es unserer Meinung sehr günstig, dass *Zea Mays* unter bestimmten Bedingungen die Charaktere von *Euchlaena* oder *Andropogoneae* aufzuweisen pflegt, weil diese Erscheinungen die Deutung zulassen, dass die betreffenden Charaktere früher normal bei *Zea Mays* zu finden waren. Das Loslassen der zusammengehörenden Chromosomen gewisser Gemini von *Zea Mays*

spricht auch für unsere Meinung. GATES (1908) schreibt es einer „weak attraction between the chromosomes“ zu.

Es ist also nicht undenkbar, dass bei *Zea Mays* die Chromosomen von den beiden Voreltern in den verschiedenen Kombinationen sich finden.

Wennschon der Mais als ein Bastard zwischen *Euchluena* und einer unbekannten Art von Andropogoneae als richtig behauptet werden kann, so bleibt es doch natürlich für jetzt eine offene Frage, was für Kombinationen der Chromosomen von beiden Voreltern die gewöhnlichen Rassen von *Zea Mays* führen, und was für einen Unterschied der äusseren Charaktere es zwischen den mit den kürzeren und den mit den längeren Chromosomen ausgestatteten Pflanzen gibt. Auch ist es die Frage, ob alle entsprechenden Chromosomen von beiden Voreltern stets die Längenunterschiede untereinander aufweisen, obschon wir die Längenunterschiede in den verschieden langen Chromosomen gefunden haben.

Schliesslich sei betont, dass *Zea Mays* also als ein Beispiel dient, bei dem Hybridization mit der Mutation Hand in Hand zur Artbildung beiträgt.

**Experimentelle Studien und theoretische Erwägungen über
das Chromosomenverhalten in den Bastarden zwischen
verschieden-chromosomzähligen
Pflanzen von *Zea Mays* L.**

Wir haben schon in dem früheren Abschnitt angegeben, dass es bei den bestimmten Zuckermais-Rassen fünf verschiedene Pflanzen in bezug auf ihre diploide Chromosomenzahl gibt. Die Chromosomenzahl in den Wurzelspitzen beträgt bei diesen Rassen von 20 zu 24. Von den Pflanzen mit diesen verschiedenen Zahlen sind diejenigen Pflanzen, deren Chromosomenzahl 20 oder 24 beträgt, als Homozygoten zu betrachten, während diejenigen mit 21 oder 23 als Heterozygoten anzusehen sind. Die Pflanzen mit 22 Chromosomen mögen anderseits unter Umständen homozygot sein, wenn $22=11+11$, oder heterozygot, wenn

$22=10+12$. Hier erheben sich drei Fragen: 1. Ist die Zahl der Gemini bei denjenigen Pflanzen, deren diploide Zahl der Chromosomen 20, 22 ($11+11$), oder 24 beträgt, wirklich ebenso viel als 10, 11, oder 12 wie erwartet? 2. Welche Zahl der Gemini weisen die Pflanzen auf, die in ihren Wurzelspitzen $10+11=21$, $10+12=22$, oder $11+12=23$ Chromosomen führen? 3. Mit welcher Zahl der Chromosomen sind die Pflanzen in der nächsten Generation der in der Frage II erwähnten Pflanzen ausgestattet?

FRAGE I.—In den aufs Geratewohl genommenen Pflanzen haben wir schon die verschiedenen Zahlen der Gemini 10, 11, und 12, und die entsprechenden diploiden Zahlen der Chromosomen 20, 22, und 24 in den Wurzelspitzen gefunden. So liegt es sehr nahe, dass die Zahl der Gemini in den Pflanzen, deren diploide Chromosomenzahl 20, 22, oder 24 ist, respektive 10, 11 oder 12 beträgt. Doch ist es hier sehr notwendig, dies experimentell zu konstatieren.

Eine Pflanze Nr. 5₍₁₅₎ von der Rasse „Black Mexican“, worin ein Individuum mit 12 Gemini gefunden worden war, wurde konstatiert, in der Wurzelspitze 20 Chromosomen zu führen. Die Zahl der Gemini bei dieser Pflanze betrug 10 wie erwartet, und war in hohem Grad konstant, so weit ich durch Zählung feststellen konnte.

Bei der Pflanze Nr. 62₍₁₅₎ von derselben Rasse wurden in den Wurzelspitzen 23 Chromosomen gefunden. Diese Pflanze zeigte 11 Gemini und ein ungepaartes Chromosom (?). Die Zählung wurde in den verschiedenen Stadien: Diakinese, multipolarer Spindel, Metaphase und Anaphase ausgeführt. Bei allen Stadien, besonders bei der Anaphase wurden die 11 Paare von Chromosomen und ein ungepaartes Element unzweideutig klar beobachtet. Die Zahl der Gemini war hier auch gewissermassen konstant. Das Resultat stimmt also auch mit unserer Erwartung gut überein.

Wenn jedoch meine Annahme, dass dieses Element ein ungepaartes Chromosom sei, unrichtig ist, so wird die Sache ganz anders sein. Die Pflanze muss hierbei nicht „homozygot“, sondern heterozygot sein. Warum die heterozygote Pflanze fast

konstante Zahl der Gemini aufweisen kann, werde ich in den nächsten Fragen näher erörtern.

Leider konnte ich in der Pflanze mit 24 als diploider Zahl der Chromosomen die Zahl der Gemini nicht untersuchen. Die Resultate aus den Pflanzen Nr. 5₍₁₅₎ und Nr. 62₍₁₅₎ lassen uns aber wohl den Schluss ziehen, dass die Zahl der Gemini auch hierbei die erwartete Zahl betragen wird.

FRAGE II und III.—Die beiden Fragen müssen zusammen erwogen werden. Die folgenden experimentellen Untersuchungen sind hierfür angestellt worden.

Eine Pflanze Nr. 22₍₁₅₎ von der Rasse „Sugar Corn“ wurde 1915 mit dem Pollen von der Pflanze Nr. 58₍₁₅₎ von der Rasse „Black Mexican“ bestäubt. Bei der Pflanze Nr. 22₍₁₅₎ wurden in der Wurzelspitze 20 Chromosomen gefunden, Nr. 58₍₁₅₎ führte dagegen 22 Chromosomen. Die Chromosomenzahlen in den Wurzelspitzen von den F₁-Pflanzen von 22×58₍₁₅₎ wurden untersucht. Sie sind in der Tabelle XVII angegeben.

TABELLE XVII.

Zahl der Kernplatten mit verschiedenen Chromosomenzahlen.

Nr.d. F ₁ -Individuen von 22×58 ₍₁₅₎	Zahl der Chromosomen							
	19	20	21	22	23	20(?)	21(?)	22(?)
1				10				
2				10	1*			
3				10				
4			4	10				
6		10						
7		10		1*				
8				10				
9		10	5					
10			3	7				
11		16	9			4	1	
13	1*	9						
14		1	1	5		1	1	1
15	1*	9						
16			5	3		1	1	
17	1*	9						
18		7	2			3		
19		10						
20			10					
21			3	10	2*			
22		8					2	
24		9	1					

In dieser Tabelle finden wir, dass die Chromosomenzahl bei einigen Individuen fast konstant zu sein scheint, während sie bei den anderen der Schwankung innerhalb gewisser Grenzen unterworfen ist. Addiert man die Individuen, deren Chromosomenzahl einander gleich ist, oder innerhalb derselben Grenzen schwankt¹⁾, so haben wir:

Zahl der Chromosomen in den Wurzelspitzen von $22 \times 58_{(15)}$	20	21	22	20-21	21-22	20-22
Zahl der Individuen	6	1	4	5	4	1

Da die Pflanze Nr. $22_{(15)}$ 20 Chromosomen besass, muss die reduzierte Chromosomenzahl ausnahmslos 10 betragen haben. Deswegen müssen in den F_1 -Pflanzen von $22 \times 58_{(15)}$ $20 - 10 = 10$, $21 - 10 = 11$, und $22 - 10 = 12$ Chromosomen von der Pflanze Nr. $58_{(15)}$ herrühren. Das zeigt, dass die Gametenzellen von der Pflanze Nr. $58_{(15)}$ 10, 11 oder 12 Chromosomen geführt haben. Die Pflanze Nr. $58_{(15)}$ zeigte 22 Chromosomen. Wenn die Pflanze in bezug auf die Chromosomenzahl homozygot ist, so müssen die Gameten ausnahmslos 11 Chromosomen haben. Das ist aber nicht der Fall. Diese Pflanze muss also $10 + 12 = 22$ Chromosomen besessen haben, ist also als eine heterozygote Pflanze in bezug auf die Chromosomenzahl anzusehen.

Wenn man annimmt, dass die Vermehrung eines Chromosoms durch die Querteilung eines normalwertigen Chromosoms verursacht worden sei, so muss man daran denken, dass bei dem Falle, wo sich 11 Chromosomen finden, es je ein solches Chromosom gab, das in zwei kleinere oder teilwertige quergeteilt worden war, während wo 12 Chromosomen vorhanden sind, sich je zwei solche fanden. Hat man sich also mit einem Bastard zwischen 10 und 12 Chromosomen zu beschäftigen, so muss man diesen Bastard als

1) Die mit Stern bezeichneten Zahlen in der Tabelle XVII sind hier als wahre Fluktuation ausgelassen worden.

dihybriden Fall behandeln. Folglich müsste dieser Bastard solche Gameten liefern, die mit 10, 11, oder 12 Chromosomen ausgestattet sind. Das stimmt mit den Tatsachen ganz überein. Man kann also richtig sagen, dass die Chromosomenzahlen auch nach der MENDELSchen Regel ausspalten können. Die eingehenden Erörterungen sollen später gemacht werden.

Wir wollen weiter die experimentelle Untersuchung über die Zahl der Gemini in dem Bastard zwischen den verschiedenen Chromosomenzahlen besprechen. Es wurde konstatiert, dass die Pflanze Nr. 58₍₁₅₎ dreierlei Gameten liefert; jede führt 10, 11 oder 12 Chromosomen. Auf der anderen Seite wurden bei der Pflanze Nr. 91₍₁₅₎, einer Pflanze von der Rasse „Black Starch,“ in der Wurzelspitze, wie in dieser Rasse allgemein der Fall ist, auch 20 Chromosomen festgestellt. Diese Pflanze wurde mit dem Pollen von der Pflanze Nr. 58 bestäubt. Die F₁-Pflanzen zeigten die verschiedenen Chromosomenzahlen wie diejenigen von $22 \times 58_{(15)}$. Von diesen F₁-Pflanzen wurden die Pflanzen Nr. 56₍₁₆₎, 61₍₁₆₎, 62₍₁₆₎ und 70₍₁₆₎ mit 22 Chromosomen gefunden. Die meiotische Kernteilung bei den Pollen-Mutterzellen wurde bei Nr. 61₍₁₆₎ und 62₍₁₆₎ untersucht.

Die Mutterpflanze Nr. 91₍₁₅₎ führte ausnahmslos 20 Chromosomen in der Wurzelspitze; deshalb beträgt die Chromosomenzahl der Gametenzellen dieser Pflanze immer 10. Die Pflanzen Nr. 61₍₁₆₎ und 62₍₁₆₎ sind also die Bastarde zwischen 10 und 12 Chromosomen, d. h. Pflanzen, die für die vorliegende Untersuchung zweckmässig erscheinen.

Es wurde erwartet, dass die Zahl der Gemini dieser Pflanzen im allgemeinen 12 beträgt, mit möglichen Schwankungen. Die Untersuchungen zeigten aber, dass dies nicht der Fall war. Die Pflanze Nr. 61₍₁₆₎ wies fast ausnahmslos 10 Gemini auf. Die Zählung wurde, wie schon erwähnt worden ist, zumeist in dem Multipolarspindel-Stadium ausgeführt. In diesem Stadium pflegte ein Nucleolus-Rest gefunden zu werden. Dieser war nicht selten von den Chromosomen morphologisch schwer zu unterscheiden. Ich zählte dort 11 chromosomenartige Elemente. Wir haben dagegen niemals Fällen begegnet, worin 12 Elemente sich fanden.

Daraus kann man den Schluss ziehen, dass die Zahl der Gemini der Pflanze Nr. 61₍₁₆₎ im allgemeinen 10 beträgt.

In der Pflanze Nr. 62₍₁₆₎ fanden wir auch oft ausser dem Fall mit 10 Chromosomen auch den mit 11 Elementen. In dem letzteren Falle bleibt es noch dahin gestellt, ob diese 11 Elemente alle Chromosomen sind, oder das eine von ihnen ein Nucleolus-Rest ist. Ist die erste Alternative richtig, so muss man annehmen, dass hier die Zahl der Gemini zwischen 10 und 11 schwankt. Ich bin geneigt die zweite Alternative als richtig anzunehmen.

Dann entsteht die Frage: Wie viele Chromosomen besitzen die Gameten aus diesen beiden Pflanzen Nr. 61₍₁₆₎ und 62₍₁₆₎? Der direkte Nachweis hierfür ist bei dem Mais schwer zu führen, aus dem Grunde, den ich schon unter dem Abschnitte über die homötypische Kernteilung beschrieben habe. So beabsichtigte ich durch Kreuzungsversuche in indirekter Weise meinen Zweck zu erreichen. Hier ist es sehr notwendig, dass die Chromosomenzahl der als Prüfungspflanze dienenden Pflanze in allen Gametenzellen absolut gleich sein muss. Für diesen Zweck muss die Pflanze in bezug auf die Chromosomenzahl homozygot sein. Beim Blühen der weiblichen Blüten von den Pflanzen Nr. 61₍₁₆₎ und 62₍₁₆₎ konnte ich leider solche Pflanzen, die sicher in bezug auf die Chromosomenzahl homozygot waren, nicht erhalten. So mussten wir uns damit begnügen, diese Untersuchung mit anderen Pflanzen desselben Ursprungs wie Nr. 61₍₁₆₎ und 62₍₁₆₎ auszuführen. Für diesen Zweck wurde die Pflanze Nr. 70₍₁₆₎ (91 × 58₍₁₅₎ F₁) genommen.

Die Pflanze Nr. 70₍₁₆₎ besass auch 22 Chromosomen in der Wurzelspitze wie die Pflanzen Nr. 61₍₁₆₎ und 62₍₁₆₎, deshalb ist sie auch ein Bastard zwischen den Chromosomenzahlen 10 und 12. Diese Pflanze Nr. 70₍₁₆₎ wurde mit den Pollen von der Pflanze Nr. 83₍₁₆₎ bestäubt, einer Rasse des schwarzen Zuckermais. Die letztere habe ich durch die Freundlichkeit des Herrn TAKEZAKI, dem ich zu besonderem Dank verpflichtet bin, aus der Landwirtschaftlichen Versuchsstation des Ministeriums für Landwirtschaft und Handel bekommen. Alle Individuen dieser Zuckermais-Rasse führen, so weit meine Untersuchungen feststellen konnten, immer 20

Chromosomen in den Wurzelspitzen, so dass sie für diese Untersuchung sehr passend sind. Die Pflanze Nr. 83₍₁₆₎ wurde auch mit der normalen Zahl wie die anderen Individuen dieser Rasse befunden. Die Chromosomenzahl in den Gametenzellen dieser Pflanze muss also ausnahmslos 10 betragen. Nun wollen wir die Zahl der Chromosomen in den Wurzelspitzen von den F₁-Pflanzen¹⁾ von $70 \times 83_{(16)}$ mit x bezeichnen. So ist die Zahl $x - 10 = y$ die Zahl der Chromosomen in den Gametenzellen der Pflanze Nr. 70₍₁₆₎. Es folgt aus der nächst stehenden Tabelle, dass eventuell $y = 10$, 11 oder 12 sein mag.

Zahl der Chromosomen in den Wurzelspitzen von $70 \times 83_{(16)}$	20	21	22	20-21	21-22	20-22
Zahl der Individuen	1	3	1	2	0	0

Wir finden hier auch die verschiedenen Zahlen der Chromosomen wie bei $22 \times 58_{(16)}$ (s. S. 88); die Zahlenverhältnisse des Vorkommens der verschiedenen Chromosomenzahlen sind aber, wie hier bemerkt sei, ganz anders als diejenigen der letzteren.

Wir haben schon kennen gelernt, dass die Zahl der Chromosomen 12 durch die Querteilung einiger Chromosomen von der normalen Zahl 10 abgeleitet worden ist. Die Messung der Länge der Chromosomen wies auf, dass die quergeteilten Chromosomen die längsten derjenigen sind, die von *Euchlaena*, einem vermuteten Vorelter von *Zea Mays*, abstammen müssen. Diese Chromosomen behalten ihre einwertige Individualität in den sonstigen Rassen bei. Nur in einigen aus der Landwirtschaftlichen Fakultät der Kaiserlichen Universität zu Tokyo erhaltenen Zuckermals-Rassen erscheinen diese Chromosomen in zwei teilwertige quergeteilt. Wir wissen für jetzt noch nicht, welche Ursache sie zur Querteilung veranlasst. Die Tatsache, dass von den in demselben Kern sich befindenden 10 Chromosomen nur zwei allein der Querteilung unterworfen sind, lässt uns jedoch den Schluss ziehen, dass diese zwei Chromosomen wenigstens die Querteilungstendenz in sich

1) Von den F₁-Pflanzen sind hier nur die Individuen aus Zuckermals-Körnern zur Untersuchung gebracht worden.

haben müssen. Wenn man diese Tendenz morphologisch ausdrücken will, so muss man mit SAKAMURA (1915) den Ausdruck „Einschnürung der Chromosomen“ vorschlagen. Die Tendenz muss aber die morphologische Eigentümlichkeit nicht notwendig begleiten. Eine Untersuchung darüber ist noch nicht ausgeführt worden, und die Frage über das Vorhandensein der morphologischen Eigentümlichkeit der Tendenz oder Einschnürung der Chromosomen bleibt noch dahingestellt (vgl. Fig. 7, M, Fig. 8, Taf. I, Fig. 39, *m*, Taf. II)¹⁾. Wenn die diese Tendenz in sich führenden, also von *Euchlaena* abstammenden, doch nicht quergeteilten Chromosomen in der Prophase der Reduktionsteilung der Gonotokonten den quergeteilten Chromosomen sich gegenüber stellen, um die Gemini miteinander zu bilden, so ist es nicht unbegreiflich, dass die nicht quergeteilten Chromosomen bei der Segmentierung der Kernfäden mit den gegenüberstehenden zusammen an dem Punkte, worin die genannte Tendenz liegt, auch quergeteilt werden können. Wenn diese Tendenz hierbei stark genug ist, ausnahmslos die Querteilung des betreffenden Chromosomen zu bewirken, so muss die Zahl der Gemini eine konstante sein. Wenn sie dagegen nicht so stark ist, immer diese Erscheinung zum Vorschein zu bringen, so muss hier als Folge die Zahlenschwankung der Gemini innerhalb gewisser Grenzen entstehen. Auf der anderen Seite, wenn die diese Tendenz nicht führenden, also von einer unbekannten Art von Andropogoneae abstammenden Chromosomen den quergeteilten Chromosomen gegenüber stehen, so muss das Resultat das sein, dass sie selbst nach der Segmentierung der Kernfäden noch ihre Selbständigkeit beibehalten. Die beiden quergeteilten Chromosomen müssen durch die sexuelle Affinität mit den entsprechenden Teilen der gegenüberstehenden paarweise eng aneinander stehen, so dass man dort scheinbar nur vollkommene oder nicht quergeteilte Gemini findet, wobei die Möglichkeit der Zahlenschwankung der Gemini, wenn überhaupt vorhanden, sehr klein sein würde. Die Sache kann man mit dem Ausdruck der MENDELSchen Lehre so aussprechen, dass in dem

1) Herr SAKAMURA liess mich freundlichst Präparate mit eingeschnürten Chromosomen in den chloralisierten Wurzelspitzen von *Zea Mays* sehen.

ersten Falle die überzählige Zahl der Chromosomen über die normalzählige dominiert, während in dem zweiten die erste gegen die letztere sich recessiv verhält. Unsere experimentellen Tatsachen sind leider nicht genügend, diese theoretische Erwägung genau zu veranschaulichen. Wir haben aber gefunden, dass sich die überzählige Chromosomenzahl bisweilen über die normalzählige dominierend (Fall von „Amber Rice Pop Corn“ \times „Sugar Corn,“ (S. 22)) und bisweilen gegen die letztere recessiv (Fälle von Nr. 61₍₁₆₎ und 62₍₁₉₎, F₁-Pflanzen von 91 \times 58₍₁₅₎) verhält. In dem letzteren Falle ist auch untersucht worden, dass die eine P-Pflanze Nr. 91₍₁₅₎, die in den Wurzelspitzen 20 Chromosomen zeigte, nur eine geringe Anzahl von Chromosomen mit Längen über 10 führt. Die Längen der Chromosomen von dieser P-Pflanze sind in der nächststehenden Tabelle XVIII angegeben.

TABELLE XVIII.

Relative Längen der Chromosomen in mm.

Nr. des Individuums	Nr. der Chromosomen																				Gesamte Länge
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
91 (17) („Black Starch“)	9,5	9	9	9	9	8	8	7,5	7	7	7	7	6,5	6	6	6	5	5	5	5	141,5
	10	10	9	8	8	8	7,5	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5,5	5	5	5	141
	10	9	9	9	9	8	8	8	8	8	7,5	7	6	6	6	6	5,5	5	5	5	145
	10	9,5	9	9	8	8	8	8	7	7	6,5	6,5	6	6	6	6	6	5	5	5	141,5
	11	10	9	9	9	8	8	7	7	7	6,5	6,5	6	6	6	5	5	5	5	5	141

Diese Tatsache zeigt, dass diese Pflanze die Querteilungstendenz in sich führenden Chromosomen nicht führt, und dass, wenn solche auch vorhanden wären, sich vielleicht nur ein solches finden würde. Ist ein solches wirklich vorhanden, so wird es zweierlei Gameten geben; die Gameten mit dem die genannte Tendenz in sich führenden Chromosom auf der einen Seite und die ohne solches auf der anderen Seite. Kopulieren die ersten Gameten mit denjenigen von der andern P-Pflanze, die die quergeteilten Chromosomen führt, so wird die Zahl der Gemini in dieser F₁-

Pflanze eine überzählige d. h. 11 betragen. Finden sich die zweiten Gameten anstatt der ersten, so wird die Zahl der Gemini dagegen normalzählig oder 10 sein. In dem ersten Fall würde die Zahl der Gemini nicht konstant sein. Die Resultate, die ich aus den Pflanzen Nr. 61₍₁₆₎ und 62₍₁₆₎ bekam, zeigen mit dieser theoretischen Erwägung gewissermassen Übereinstimmung. Wenn die in der letztgenannten Pflanze gefundenen 11 Elemente alle Chromosomen sind, so muss man diesen Fall als einen in den ersten Fall gehörenden ansehen.

Die Umkehrung der Dominanz unter Umständen ist in einigen Fällen berichtet worden (DONCASTER¹⁾, TENNENT (1910)). CONKLIN (1915) schliesst: „Such cases seem to show that dominance may depend sometimes upon environmental conditions, sometimes upon a particular combination of hereditary units” (S. 267). Der oben erwähnte Fall von *Zea Mays* kann als ein Beispiel hierfür dienen.

Die nächst kommende Frage ist das weitere Verhalten der bei der Bildung der Gemini passiv quergeteilten oder passiv zusammengefügt Chromosomen.

Bezeichnen wir die quergeteilten Chromosomen mit $\boxed{A} \boxed{B} \boxed{C} \boxed{D}$ ²⁾, und die nicht quergeteilten Chromosomen, und zwar die von *Euchluena* abstammten mit $\boxed{A \times B} \boxed{C \times D}$ und die von einer unbekannten Art von Andropogoneae abgeleiteten mit $\boxed{a \times b} \boxed{c \times d}$. Wir wollen zunächst denjenigen Fall erörtern, wo die nicht quergeteilten Chromosomen die mit $\boxed{A \times B}$ und $\boxed{C \times D}$ bezeichneten, also die von *Euchluena* abstammten sind. In diesem Fall verhält sich die überzählige Zahl der Chromosomen über die normalzählige dominierend, oder mit der Bezeichnung gesagt, $\boxed{A} \boxed{B}$ und $\boxed{C} \boxed{D}$ über $\boxed{A \times B}$ und $\boxed{C \times D}$.

Der Bastard $\begin{array}{cccc} \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \boxed{A \times B} & & \boxed{C \times D} & \end{array}$ wird diejenigen Gameten liefern, deren Chromosomen in den folgenden Kombinationen sich finden:

1) CONKLIN (1915).

2) Grosse und kleine Buchstaben zeigen nur die Länge der Chromosomen.

	Kombinationen der Chromosomen	Zahl der Chromosomen
Bastard	$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array}$	12
	$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array}$	10
Gameten	4C_3 $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array}$	10, (12), (11)
	4C_1 $\left\{ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array} \right.$	11, (12), (10) 11, (12), (10) 11, (12), (10) 11, (12), (10)
	4C_2 $\left\{ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array} \right.$	11, (12), 12, (11), (10) 12, (11), (10) 12, (11), (10) 12, (11), (10) 11, (12)
	4C_3 $\left\{ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array} \right.$	12, (11) 12, (11) 12, (11) 12, (11)
	4C_4 $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array}$	12

Addiert man die mit derselben Zahl der Chromosomen versehenen, so haben wir:

Zahl der Chromosomen	12	11, (12)	10, (12), (11)	12, (11), (10)	12, (11)	11, (12), (10)
Zahl der Gameten	1	2	1	4	4	4

In den oben erwähnten Kombinationen ist es die Frage, wie viele Chromosomen durch die Formel z. B. $\boxed{A} \boxed{B}$ oder $\boxed{A} \boxed{B}$, usw. aufgewiesen werden. Das Chromosom $\boxed{A} \boxed{B}$ ist passiv in Gegenwart von \boxed{A} und \boxed{B} in die zwei kürzeren \boxed{A} und \boxed{B} quergeteilt. Nehmen die Chromosomen \boxed{A} und \boxed{B} an der Bildung desselben Tochterkerns teil, indem sie bei der Reduktionsteilung nach demselben Pol wandern, so ist wahrscheinlich anzunehmen, dass sie bei der Gelegenheit, wo diese Chromosomen mit den quergeteilten Flächen oder Enden zufällig einander gegenüber stehen, wieder zu einem Chromosom miteinander verschmelzen. Tritt diese Gelegenheit im Verlauf der Gameten-

bildung ein, so werden die Chromosomen **A** und **B** in der von solchen Gameten abstammten Pflanze immer als ein Chromosom **AB** auftreten. So ist die Chromosomenzahl bei einer solchen Pflanze konstant. Tritt die Gelegenheit dagegen nach der Zygotenbildung ein, so ist nicht zu erwarten, dass man in allen Kernen der Zygoten, und zwar in dem jungen Zustande, das Chromosom in der Form **AB** finden kann; mit anderen Worten gesagt, tritt die Chromosomenzahl dabei inkonstant auf. Diese Gelegenheit steht mit der parallelen Anordnung der homologen Chromosomen in engerem Zusammenhang, wenn die entgegengesetzten dieser Chromosomen nicht quergeteilt sind. Die parallele Anordnung in der meiotischen Prophase ist eine Regel in den normal sexuellen Pflanzen, während sie in den somatischen Zellen bei einigen Pflanzen sehr auffallend in allen Chromosomen, doch bei anderen undeutlich und nur bei einzelnen Chromosomen zu finden ist. Mit anderen Worten: die parallele Anordnung der homologen Chromosomen findet bei einigen Pflanzen sehr früh z. B. in dem embryonalen Zustande schon statt, während sie bei anderen allmählich von Teilung zu Teilung danach hin fortschreitet (vgl. S. 28). Beim Mais ist leider sehr schwer zu entscheiden, zu welcher Kategorie er gehört, da die homologen oder entsprechenden Chromosomen dabei verschieden lang sein können. Deshalb kann man nicht mit Sicherheit sagen, ob alle Chromosomen in den Hauptwurzelspitzen der Samen schon bei der Gelegenheit, wo die beiden quergeteilten Enden einander nahe kommen können, sich finden.

Wandern die Chromosomen **A** und **B** bei der Trennung der zusammengehörenden Chromosomen der Gemini nach demselben Pol und bilden mit den sonstigen Chromosomen denselben Tochterkern, so wird die Sache insofern mehr kompliziert, als das Chromosom **A** eine es mit dem Chromosom **B** oder **B** zusammenfügende Tendenz führt, während bei **B** umgekehrt keine es mit dem Chromosom **A** oder **A** zusammenfügende Tendenz vorhanden ist. Wenn diese zwei Chromosomen auch einer Gelegenheit, worin sie sich mit den entsprechenden Enden zusammenfügen, unterworfen sind, kann die Chromosomenzahl dabei doch

keineswegs konstant sein. So ist hierbei selbst bei dem Fall, wo die genannte Gelegenheit im Verlauf der Gametenbildung eingetreten ist, auch die Konstanz der Chromosomenzahl nicht zu erwarten. In dem oben erwähnten Beispiel ist angenommen, dass die Chromosomen $\boxed{A} \boxed{B}$ in den meisten Fällen als einheitliches Chromosom und $\boxed{A} \boxed{B}$ usw. als zwei teilwertige auftreten. Die eingeklammerte Zahl der Chromosomen deutet darauf hin, dass diese Zahl auch unter Umständen auftreten mag.

In der Tabelle XVII finden wir sowohl die konstanten Chromosomenzahlen als auch die inkonstanten. Die Zählung ist hierbei nur in einer geringen Anzahl von Kernplatten ausgeführt. Deswegen möchten die konstant erscheinenden Zahlen auch inkonstant sein. Dann dürfte die Konstanz der Zahl bei den überzähligen Fälle nicht zu erwarten sein. Wenn jedoch z.B. lauter solche mit der Formel \boxed{A}, \boxed{B} usw. bezeichnete, erblich fixiert-quergeteilte Chromosomen mit nicht quergeteilten zusammen sind, so muss die Zahl natürlich konstant sein. Die Chromosomenzahl in der Wurzelspitze von „Sugar Corn“ \times „Black Starch“ F_1 , Nr. n, wo alle 56 Kernplatten ausnahmslos 21 Chromosomen aufgewiesen haben, ist ein Beispiel hierfür. Wir können also die Konstanz der Chromosomenzahl auch bei den überzähligen Zahlen wie bei den normalzähligen finden. Die Resultate unserer Experimente stehen also im ganzen mit der theoretischen Erwägung im Einklang.

Bei der Kopulation kombinieren die mit den Chromosomen in den oben erwähnten verschiedenen Kombinationen ausgestatteten Gameten miteinander in verschiedener Weise und liefern Pflanzen mit verschiedenen Chromosomenzahlen, von 20 bis zu 24. Diese Chromosomenzahlen können bei einigen konstant sein, während sie bei anderen innerhalb gewisser Grenzen schwanken. Diese Pflanzen liefern wieder verschiedene Gameten mit verschiedenen entweder konstanten oder inkonstanten Chromosomenzahlen.

Hier müssen wir auch berücksichtigen, ob bei dem Geminus $\boxed{A} \boxed{B}$ die Chromosomen $\boxed{A} \boxed{B}$ das andere $\boxed{A} \boxed{B}$ zur Querteilung veranlassen können. Führen die Chromosomen $\boxed{A} \boxed{B}$ solche

Fähigkeit, so muss die Zahl der Chromosomen in den Gameten wie eben erwähnt sein. Führen sie dagegen diese Fähigkeit nicht, so werden die Resultate ebenso wie bei dem nächst zu erwähnenden Fall sein, wo die Chromosomen A B und C D von einer unbekannten Art von Andropogoneae abstammen. Wenn die Chromosomen $\boxed{A} \boxed{B}$ bisweilen die Fähigkeit führen und bisweilen nicht, also die Zahl der Gemini einer Schwankung unterworfen ist, so werden die Resultate eine Mischung von diesen beiden Fällen sein; sie werden dabei doch keine grosse Verschiedenheit von dem ersten Fall zeigen, weil selbst bei dem ersten Fall auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Chromosomen $\boxed{A} \boxed{B}$ als das eine $\boxed{A \times B}$ auftreten mögen.

Nun wollen wir den zweiten Fall, wo die Chromosomen A B und C D von einer unbekannten Art von Andropogoneae abstammen, erörtern. In diesem Fall verhält sich die normale Zahl der Chromosomen über die überzählige dominierend, oder mit den Bezeichnungen gesagt, $\boxed{a b}$ und $\boxed{c d}$ über $\boxed{A} \boxed{B}$ und $\boxed{C} \boxed{D}$ dominierend. Bei diesem Fall ist die Sache sehr einfach. Wir haben hier nur vier verschiedene Gameten:







	Kombinationen der Chromosomen	Zahl der Chromosomen
Bastard	$\boxed{A} \boxed{B} \quad \boxed{C} \boxed{D}$	12
	$\boxed{a b} \quad \boxed{c d}$	10
Gameten	${}_2C_0 \quad \boxed{a b} \quad \boxed{c d}$	10
	${}_2C_1 \quad \left\{ \begin{array}{l} \boxed{A} \boxed{B} \quad \boxed{c d} \\ \boxed{a b} \quad \boxed{C} \boxed{D} \end{array} \right.$	11
		11
	${}_2C_2 \quad \boxed{A} \boxed{B} \quad \boxed{C} \boxed{D}$	12

In diesem Fall gibt es keine inkonstante Zahl. Sind die Chromosomen nicht mit $\boxed{A} \boxed{B} \boxed{C} \boxed{D}$, sondern mit $\boxed{A B C D}$, usw. zu bezeichnen, so wird die Sache noch komplizierter, und die Chromosomenzahl der Gameten wird eine Schwankung zeigen.

Nun wollen wir die Zahlenverhältnisse des Vorkommens der verschiedenen Chromosomenzahlen in den Gametenzellen der

Bastarde $22 \times 58_{(15)}$ und $70 \times 83_{(16)}$ unter dem Gesichtspunkte der oben erwähnten theoretischen Erwägungen prüfen.

Aus verschiedenen Gründen, die ich schon in dem früheren Abschnitte näher erörtert habe, ist es nicht mehr zu bezweifeln, dass die Vermehrung der Chromosomenzahl bei *Zea Mays* auf der Querteilung der bestimmten Chromosomen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von *Euchlaena* abstammen, zurückzuführen ist. Die relative Länge des einen von diesen Chromosomen wurde geschätzt, von 10 zu 14 oder selten 15 zu schwanken, und diejenige des anderen von 9 zu 13.

Die Pflanze Nr. $58_{(15)}$ führt 22 Chromosomen in der Wurzelspitze. Dass diese Pflanze in bezug auf die Chromosomenzahl nicht homozygot ist, ist daraus klar, dass die Chromosomenzahl in der nächsten Generation in den verschiedenen Individuen verschieden ist. So muss sie eine mit $10+12=22$ Chromosomen ausgestattete heterozygote Pflanze sein. Sie führt nur eine geringe Anzahl der langen Chromosomen. So zeigen sich in dem Resultat aus 10 Kernplatten von der Seitenwurzelspitze nur zwei Chromosomen mit der relativen Länge 12, zwei von 11, eins von 10, achtzehn von 9, usw. (Tabelle X). Diese Tatsache lässt uns den Schluss ziehen, dass in dieser Pflanze irgend eins der längeren Chromosomen  oder  durch das kürzere Chromosom  oder  ersetzt worden ist. Andererseits zeigen die Chromosomenlängen in der Spitze des Hauptstammes einer Wurzel, dass diese Pflanze das Chromosom  führen mag, da sich dort in dem Resultat aus nur drei Kernplatten schon zwei Chromosomen mit der relativen Länge 12, vier von 11, neun von 10, zehn von 9, usw. finden (Tabelle X). Die mit 20 Chromosomen ausgestatteten F_1 -Pflanzen von $22 \times 58_{(15)}$ weisen auch das Vorhandensein des Chromosoms  auf, da man bei diesen Pflanzen die Chromosomen mit der Länge 14 oder 15 findet, während bei den 22-chromosomigen Pflanzen desselben Ursprungs

solche nicht vorhanden sind¹⁾ (die Pflanze Nr. 21 ist eine Ausnahme. Tabelle XI). Wir wollen also die in Betracht gezogenen Chromosomen dieser Pflanzen vorläufig mit den Bezeichnungen $\begin{bmatrix} A & B \\ A & B \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} C & D \\ c & d \end{bmatrix}$ ausdrücken. Hier bleibt natürlich die Frage offen, ob die quergeteilten Chromosomen richtig mit der Bezeichnung $\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}$ auszudrücken sind. Wir werden zunächst der Einfachheit wegen die Fälle nach der eben beschriebenen Formel und dann die anderen Fälle erörtern.

Der betreffende Fall ist ein gemischter aus den oben erwähnten zwei Fällen, indem das nicht quergeteilte Chromosom auf der einen Seite mit der Querteilungstendenz ausgestattet ist, während es auf der anderen Seite ohne solche sich findet. Wir werden bei der Reduktionsteilung die folgenden Kombinationen der Chromosomen haben:

1) Die Tatsache, dass das Chromosom $\begin{bmatrix} A & B \\ A & B \end{bmatrix}$ nur bei dem 20-chromosomigen Fall auftritt und bei dem 22-chromosomigen Fall nicht, deutet darauf hin, dass das Chromosom $\begin{bmatrix} A & B \\ A & B \end{bmatrix}$ in der 20-chromosomigen Elternpflanze Nr. 22⁽¹⁵⁾ nicht vorhanden ist. Das Messungsergebnis bei dieser Pflanze kommt auch zu demselben Ergebnis. Wenn wir annehmen, diese Pflanze besitze eine Kombination der Chromosomen, in der das $\begin{bmatrix} A & B \\ A & B \end{bmatrix}$ fehlt, wie wir schon in dem vorherigen Abschnitt angenommen haben (S. 59), und spannen die Chromosomenzahlen mit bestimmten Längen in einer Zahlenreihe, wie schon näher erwähnt, aus, so haben wir eine annähernd gleiche Zahlenreihe wie die empirisch erhaltene (Tabelle X, S. 50). Diese beide Zahlenreihen sind wie folgend:

	Relative Länge der Chromosomen in mm										Durchschnittl. Wert der gesamt. relativ. Längen der Chromosomen in einer Garnitur	Diploide Chromoso- menzahl
	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4		
Nr. 22 ⁽¹⁵⁾		3	7	15	32	35	52	35	16	5	149,05	20
Annahme B (S. 59)	0,625	3,125	6,25	16,25	30,625	38,125	42,5	37,5	20	5	150	20

FALL I.

	Kombinationen der Chromosomen	Zahl der Chromosomen
Bastard	$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \end{array}^{1)}$	12 10
Gameten	$3C_0 \begin{array}{|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \end{array}$	10, (11)
	$3C_1 \left\{ \begin{array}{|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array} \right.$	11 (10) 11, (10) 11, (12)
	$3C_2 \left\{ \begin{array}{|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array} \right.$	11 12, (11) 12, (11)
	$3C_3 \begin{array}{|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array}$	12
Gesamt-	Zahl der Chromosomen	12 12, (11) 11, (12) 11 11, (10) 10, (11)
	Zahl der Gameten	1 2 1 1 2 1

Ist die Pflanze Nr. 58₍₁₅₎ mit der Formel $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \end{array}$ auszu-
drücken, so haben wir:

FALL II.

	Kombinationen der Chromosomen	Zahl der Chromosomen
Bastard	$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \end{array}$	12, (11) 10
Gameten	$3C_0 \begin{array}{|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \end{array}$	10, (11)
	$3C_1 \left\{ \begin{array}{|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array} \right.$	11, (10) 11, (10) 11, (12), (10)
	$3C_2 \left\{ \begin{array}{|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array} \right.$	11 12, (11), (10) 12, (11), (10)
	$3C_3 \begin{array}{|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array}$	12, (11)
Gesamt-	Zahl der Chromosomen	12,(11) 12,(11),(10) 11,(12),(10) 11 11,(10) 10,(11)
	Zahl der Gameten	1 2 1 1 2 1

1) Die Formel könnte ursprünglich anstatt $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{c} & \boxed{d} \\ \hline \end{array}$ auch $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{a} & \boxed{b} \\ \hline \boxed{A} & \boxed{B} & \boxed{C} & \boxed{D} \\ \hline \end{array}$ sein. Das Resultat ist aber in beiden Fällen gleich.

Ist die Pflanze mit der Formel $\frac{\begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$ zu bezeichnen, so ergibt sich:

FALL III a.

	Kombinationen der Chromosomen	Zahl der Chromosomen			
Bastard	$\frac{\begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$	12, (11) 10			
Gameten	${}_3C_3$ $\frac{\begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$	10, (11)			
	${}_3C_1$ $\left\{ \begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \\ A & B \end{smallmatrix} \right. \frac{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$	11, (10)			
		10, (11)			
		11, (12)			
		11, (10)			
	${}_3C_2$ $\left\{ \begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \\ A & B \end{smallmatrix} \right. \frac{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$	12, (11)			
		11, (12)			
		12, (11)			
Gesamt-	${}_3C_3$ $\frac{\begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$	12, (11)			
	Zahl der Chromosomen	12,(11)	11,(12)	11,(10)	10,(11)
Gesamt-	Zahl der Gameten	2	2	2	2

oder: FALL III b.

	Kombinationen der Chromosomen	Zahl der Chromosomen			
Bastard	$\frac{\begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$	12, (11) 10			
Gameten	${}_2C_0$ $\frac{\begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$	10			
	${}_2C_1$ $\left\{ \begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \end{smallmatrix} \right. \frac{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$	11, (10)			
		11			
	${}_2C_2$ $\frac{\begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$	12, (11)			
Gesamt-	Zahl der Chromosomen	12, (11)	11, (10)	11	10
	Zahl der Gameten	1	1	1	1

Ist die Pflanze mit der Formel $\frac{\begin{smallmatrix} A & B \\ A & B \end{smallmatrix}}{\begin{smallmatrix} C & D \\ c & d \end{smallmatrix}}$ auszudrücken, so ist es:

FALL IV a.

Kombinationen der Chromosomen		Zahl der Chromosomen			
Bastard	$\begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline A & B \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|} \hline C & D \\ \hline c & d \\ \hline \end{array}$	12, (11), (10) 10			
Gameten	$3C_1$ $\begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline c & d \\ \hline \end{array}$	10, (11)			
	$3C_1$ $\left\{ \begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline A & B \\ \hline A & B \\ \hline \end{array} \right. \begin{array}{|c|c|} \hline c & d \\ \hline c & d \\ \hline C & D \\ \hline \end{array}$	11, (10) 10, (11) 11, (12), (10)			
	$3C_2$ $\left\{ \begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline A & B \\ \hline A & B \\ \hline \end{array} \right. \begin{array}{|c|c|} \hline c & d \\ \hline C & D \\ \hline C & D \\ \hline \end{array}$	11, (10) 12, (11), (10) 11, (12), (10)			
	$3C_3$ $\begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline C & D \\ \hline \end{array}$	12, (11), (10)			
	Zahl der Chromosomen	12, 11), (10)	11, (12), (10)	11, (10)	10, (11)
Gesamt-	Zahl der Gameten	2	2	2	2

oder:

FALL IV b.

Kombinationen der Chromosomen		Zahl der Chromosomen		
Bastard	$\begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline A & B \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|} \hline C & D \\ \hline c & d \\ \hline \end{array}$	12, (11), (10) 10		
Gameten	$2C_0$ $\begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline c & d \\ \hline \end{array}$	10		
	$2C_1$ $\left\{ \begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline A & B \\ \hline \end{array} \right. \begin{array}{|c|c|} \hline c & d \\ \hline C & D \\ \hline \end{array}$	11, (10) 11, (10)		
	$2C_2$ $\begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline C & D \\ \hline \end{array}$	12, (11), (10)		
Gesamt-	Zahl der Chromosomen	12, (11), (10)	11, (10)	10
	Zahl der Gameten	1	2	1

Um die Chromosomenzahl in den Gameten der Pflanze Nr. 58₍₁₅₎ empirisch zu finden, genügt es, von den verschiedenen Zahlen der Chromosomen in den F₁-Pflanzen von 22 × 58₍₁₅₎ (S. 88) die Chromosomenzahl 10 in den Gameten aus der Pflanze Nr. 22. abziehen. So haben wir das folgende Zahlenverhältnis des Vorkommens:

Zahl der Chromosomen	12	12, (11)	12, (11), (10)	11	11, (10)	10
Zahl der Gameten	4	4	1	1	5	6

Da die Zählung der Chromosomen, wie schon gesagt, nur bei einer geringen Anzahl von Individuen ausgeführt worden ist, so mögen die konstant erscheinenden Zahlen in Wirklichkeit nicht konstant sein. Es dürfte also richtiger sein, manche der mit 12 oder 10 dargestellten Zahlen auch mit 12 (11) oder 10 (11) zu bezeichnen. Addiert man nun, um diesen Fehler möglichst zu eliminieren, auf der einen Seite die Gameten mit der Chromosomenzahl 12, 12 (11) oder 12 (11)(10), und auf der anderen Seite diejenigen mit 11, 11 (10) oder 10, so haben wir ein Zahlenverhältnis: 9 : 12 oder 1 : 1,33. In den oben erwähnten Fällen I, II, IIIa und IVa ist dieses Zahlenverhältnis ja 4 : 4 oder 1 : 1,¹⁾ von dem das empirisch erhaltene Verhältnis 1 : 1,33 nicht so weit absteht. Die Abweichung von dem theoretischen Zahlenverhältnis beruht nicht nur einfach auf der geringen Anzahl von Individuen, deren Wurzelspitzen zur Zählung der Chromosomenzahl gebraucht worden sind, sondern auch darauf, dass die Chromosomenzahlen bei den Formeln $\text{A} \text{B} \text{C} \text{D}$, $\text{A} \text{B} \text{C} \text{D}$, usw. in der Tendenz sich finden, worin sie unter Umständen verschiedene Anzahl haben können, und noch dazu, dass die Dominanzregel der Chromosomenzahl bei der Geminusbildung in allen Gonotokonten nicht gleichmässig gilt. Die Resultate der Untersuchung der F₁-Pflanzen von 22 × 58₍₁₅₎ zeigen also im ganzen mit dem Fall I, II, IIIa oder IVa übereinzustimmen. Um zu entscheiden, zu welchem Fall die Chromosomenformel der Pflanze Nr. 58₍₁₅₎ gehört, ist es nötig, umfangreiche und ausführliche Untersuchungen anzustellen.

1) Um die öfter und seltener auftretenden Zahlen der Chromosomen zu bezeichnen, habe ich die Bezeichnung z. B. 12 (II), 11 (10) usw. gebraucht. Die Bestimmung des öfteren oder selteneren Auftretens der Zahl steht bloss auf der Annahme, dass meistens die mit $\text{A} \text{B}$ usw. bezeichneten Chromosomen als das eine einwertige, und die mit $\text{A} \text{B}$ usw. bezeichneten als die zwei teilwertigen auftreten. Eine grosse Anzahl von Chromosomenzählungen kann erst die Entscheidung für die Richtigkeit dieser Annahme geben. Die Anzahl meiner Zählungen ist aber leider noch so klein, dass es sicherer ist, 12 (11) und 11 (12), oder 11 (10) und 10 (11) usw. praktisch je als gleich anzusehen. Hier sind also die mit 12 (11), 11 (12) usw. bezeichneten Chromosomenzahlen in dieselben Gruppen zusammengestellt.

Die Pflanze Nr. 70₍₁₆₎ ist eine F₁-Pflanze von 91 × 58₍₁₅₎. Die Chromosomenzahl von Nr. 91₍₁₅₎ beträgt 20 bzw. 10, und die von Nr. 70₍₁₆₎ 22. Die 22 - 10 = 12 Chromosomen in der letzteren müssen also von der Pflanze Nr. 58₍₁₅₎ herrühren, deshalb sind die Chromosomen A B und C D hier mit der Formel $\begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix}$ oder $\begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix}$, usw. zu bezeichnen. Das Messungsergebnis zeigt, dass die Chromosomen von der Pflanze Nr. 91₍₁₅₎ mit der Formel $\begin{bmatrix} a & b & c & d \end{bmatrix}$ oder weniger wahrscheinlich mit $\begin{bmatrix} a & b & c & d \end{bmatrix}$ zu bezeichnen sind (vgl. Tabelle XVIII). Die Chromosomen von der Pflanze Nr. 70₍₁₆₎ sind also unter der Formel $\begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix}$ oder $\begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix}$, usw. begreiflich.

Ist die Pflanze Nr. 70₍₁₆₎ mit der Formel $\begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix}$ auszudrücken, so haben wir die folgenden Kombinationen der Chromosomen:

	Kombinationen der Chromosomen	Zahl der Chromosomen		
Bastard	$\begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix}$	12		
	$\begin{bmatrix} a & b & c & d \end{bmatrix}$	10		
Gameten	$2C_0$ $\begin{bmatrix} a & b & c & d \end{bmatrix}$	10		
	$2C_1$ $\left\{ \begin{bmatrix} A & B & c & d \end{bmatrix} \right.$	11		
		11		
	$2C_2$ $\begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix}$	12		
Gesamt-	Zahl der Chromosomen	12	11	10
	Zahl der Gameten	1	2	1

Wenn die Formel $\begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix}$ ist, so ist es:

	Kombinationen der Chromosomen	Zahl der Chromosomen			
Bastard	$\begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix}$	12, (11)			
	$\begin{bmatrix} a & b & c & d \end{bmatrix}$	10			
Gameten	$2C_0$ $\begin{bmatrix} a & b & c & d \end{bmatrix}$	10			
	$2C_1$ $\left\{ \begin{bmatrix} A & B & c & d \end{bmatrix} \right.$	11, (10)			
		11			
	$2C_2$ $\begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix}$	12, (11)			
Gesamt-	Zahl der Chromosomen	12, (11)	11	11, (10)	10
	Zahl der Gameten	1	1	1	1

Die beiden Fälle zeigen, dass die Gameten meistens mit 11 Chromosomen ausgestattet sind. Dies steht mit dem empirisch erhaltenen Resultat im Einklang, worin man die Individuen mit den $11+10=21$ Chromosomen am häufigsten findet (s. S. 91, Tabelle). Dass in diesen Fällen die Gametenzellen mit 12 Chromosomen auftreten, zeigt, dass der Einfluss, bei der Bildung der Gemini, von den Chromosomen $\boxed{a\ b}$ $\boxed{c\ d}$ auf $\boxed{A\ B}$ $\boxed{C\ D}$ nur temporär ist. Wir haben jedoch keinen Grund, die Möglichkeit auszuschliessen, dass die Nachwirkung unter Umständen ziemlich lang dauern kann.

Die oben erwähnten theoretischen Erwägungen sind unter der Annahme der Chromosomenindividualitätshypothese gemacht worden. Die empirischen Resultate zeigen mit diesen theoretischen Erwägungen gute Übereinstimmung. Also können sie als ein Beleg für die Individualität der Chromosomen dienen.

Die oben erwähnten Tatsachen zeigen, dass die verschiedenen Chromosomenzahlen von *Zea Mays* nach dem Gesetz der Chance sich verhalten: deswegen kann man richtig sagen, dass die Chromosomenzahlen dabei auch nach dem MENDELSchen Gesetz sich vererben.

Unter den Tatsachen und Schlussfolgerungen, dass bei den bestimmten Zuckermais-Rassen die Chromosomenzahl in den verschiedenen Individuen verschieden ist, und dass bei der Bildung der Gemini die quergeteilten Chromosomen über die von *Euchlaena* abstammenden Chromosomen dominierend, doch gegen die von einer unbekannten Art von *Andropogoneae* abgeleiteten recessiv sich verhalten, ist es sehr leicht begreiflich, dass die Bastarde zwischen den aufs Geratewohl genommenen Pflanzen bald 12, bald 11, bald 10 Gemini aufgewiesen haben. Warum die mit 23 Chromosomen in den Wurzelspitzen versehene Pflanze Nr. 62₍₁₅₎ vielmehr konstant 11 Gemini aufweisen kann, ist auch leicht begreiflich, wenn man annimmt, dass die Chromosomen A B und C D bei dieser Pflanze mit solchen Formeln wie $\boxed{A\ B}$ $\boxed{C\ D}$ oder $\boxed{a\ b}$ $\boxed{c\ d}$ usw. zu bezeichnen sind.

Endlich dürfte es wohl nicht überflüssig sein, eine experi-

mentelle Untersuchung über die Beziehung zwischen den quergeteilten Chromosomen und der chemischen Beschaffenheit des Endospermreservestoffes zu beschreiben, da die quergeteilten Chromosomen bisher immer in den Zuckermals-Rassen und noch nicht in den Stärkemais-Rassen gefunden worden sind.

Die 22-chromosomige Pflanze Nr. 70₍₁₆₎ (ein Bastard zwischen einer 20-chromosomigen Stärkemais-Pflanze Nr. 91₍₁₅₎ und einer 22-chromosomigen Zuckermals-Pflanze Nr. 58₍₁₅₎ (s. S. 89)) ist mit einer 20-chromosomigen Zuckermals-Pflanze Nr. 83₍₁₆₎ (s. S. 90) rückgekreuzt worden. Die in dieser Weise hervorgebrachte Kolbe trug ca. 50% Stärkemais-Körner und 50% Zuckermals-Körner. Die Beschaffenheit den Stärke-Reservestoff zu bilden, muss hier durch die Gameten aus der Mutterpflanze Nr. 70₍₁₆₎ ($91 \times 58_{(15)} F_1$) eingeführt worden sein. Gibt es Körner mit dem 22-chromosomigen Embryo in diesen Stärkemais-Körnern, so müssen die quergeteilten Chromosomen auch durch die Gameten von der Mutterpflanze Nr. 70₍₁₆₎ eingebracht worden sein, da die Vaterpflanze Nr. 83₍₁₆₎ eine normalzählige Pflanze ist. Deshalb müssen die betreffenden Gameten hierbei quergeteilte Chromosomen, und zugleich eine Stärke-Reservestoff bildende Eigenschaft besitzen. Es zeigt sich, dass der Stärkemais auch die quergeteilten Chromosomen besitzen kann. Wir haben thatsächlich bei diesen Stärkemais-Körnern ebenso wie bei den schon ausführlicher beschriebenen Zuckermals-Körnern desselben Ursprungs (S. 91) verschiedene überzählige Chromosomen führende Individuen gefunden.

Zusammenfassung.

1. Die Chromosomenzahl von *Zea Mays* beträgt 10 bzw. 20. Die der systematisch nahe stehenden oder als Voreltern angenommenen Pflanzen wurde in den Wurzelspitzen auch im allgemeinen zu 20 (selten ihrer viermaligen d.h. octoploiden Zahl nahe stehend) festgestellt.

2. Es wurde gefunden, dass bei einigen Zuckermals-Rassen, die ich aus der Landwirtschaftlichen Fakultät der Kaiserlichen

Universität zu Tokyo bekam, die Chromosomenzahl in den verschiedenen Individuen verschieden ist. Sie beträgt in den Wurzelspitzen bald 20, 21, 22 und bald 23, 24. Die Zahl der Gemini ist entsprechend verschieden, nämlich: 10, 11 und 12. Es besteht zwischen der Chromosomenzahl und der chemischen Beschaffenheit des Endospermreservestoffes keine Beziehung.

3. Es wurde durch die vergleichende Untersuchung der Zahl und Grösse der Gemini und der Länge der Chromosomen in den Wurzelspitzen konstatiert, dass die Zahl der Chromosomen durch die Querteilung bestimmter Chromosomen zur Vermehrung veranlasst worden ist.

4. Die Messung der Chromosomenlänge in den Wurzelspitzen und die Längengleichheit der Komponenten-Chromosomen der Gemini liessen uns den wichtigen Schluss ziehen, dass *Zea Mays* bastardartiger Natur sei, und zwar, wie COLLINS richtig sagt, ein Bastard zwischen *Euchlaena* und einer unbekannten Pflanze sein muss, die zur Tribus Andropogoneae gehört.

5. Die von *Euchlaena* abstammend angenommenen Chromosomen sind länger als die von der Andropogoneae-Spezies abgeleitet angenommenen, sodass die Gemini unter Umständen aus verschieden langen Komponenten gebildet sind. Die zwei Chromosomen der ersteren Art **AB** und **CD**, haben die Neigung, unter bestimmten Bedingungen leicht quergeteilt zu werden, während die entsprechenden Chromosomen der letzteren, **ab** und **cd**, diese Tendenz nicht haben. Bei einigen der aus der Landwirtschaftlichen Fakultät der Kaiserlichen Universität zu Tokyo erhaltenen Zuckermais-Rassen sind die Chromosomen **AB** und **CD** je in zwei Chromosomen **A B** und **C D** quergeteilt, und morphologisch und erblich fixiert. Wir haben somit dreierlei entsprechende Chromosomen: die quergeteilten Chromosomen, die mit dieser Tendenz behafteten Chromosomen, und solche, denen diese beiden Eigenschaften fehlen.

6. Bei der Bildung der Gemini verhalten sich die Chromosomen **A B** und **C D** über **AB** und **CD** dominierend, und gegen **ab** und **cd** recessiv. Die Dominanz ist hierbei (der

erste Fall) etwas instabil, somit ist die Zahl der Gemini dabei der Schwankung innerhalb bestimmter Grenzen unterworfen. Diese Verschiedenheit des Verhaltens der entsprechenden Chromosomen $\boxed{A \times B}$ $\boxed{C \times D}$ und $\boxed{a \ b}$ $\boxed{c \ d}$ gegen $\boxed{A \ B}$ $\boxed{C \ D}$ ist auch als ein Beleg für die COLLINSSche Hypothese anzusehen.

7. Bilden die Chromosomen $\boxed{A \ B}$ mit $\boxed{A \times B}$ einen Geminus, so gibt es bei der Trennung der homologen Chromosomen die vier Kombinationen: $\boxed{A \ B}$, $\boxed{A \ B}$, $\boxed{A \ B}$ und $\boxed{A \ B}$. Die Chromosomen \boxed{A} und \boxed{B} würden relativ leicht mit einander an den entsprechenden Enden verschmelzen, um wieder das Chromosom $\boxed{A \times B}$ zu bilden. Die Möglichkeit der Verschmelzung würde von der Gelegenheit abhängig sein, dass die passiv quergeteilten Chromosomen \boxed{A} und \boxed{B} mit den entsprechenden Enden näher aneinander kommen. In dieser Hinsicht ist die parallele Anordnung der homologen Chromosomen in den somatischen Zellen von grosser Bedeutung. Die Chromosomen \boxed{A} und \boxed{B} oder \boxed{A} und \boxed{B} würden andererseits bisweilen zu einem Chromosom $\boxed{A \ B}$ oder $\boxed{A \ B}$ verschmelzen, bleiben aber bisweilen noch als \boxed{A} und \boxed{B} oder \boxed{A} und \boxed{B} ; die Folge ist die Schwankung der Zahl der Chromosomen. Es gibt also dabei zweierlei Gameten, eine Art, deren Chromosomenzahl stets konstant, und eine andere, bei denen sie schwankend ist. Die Chromosomen bei der ersten haben die Formel $\boxed{A \ B}$ (überzählig) oder $\boxed{A \times B}$ (normalzählig), und bei der letzteren $\boxed{A \ B}$ oder $\boxed{A \ B}$, oder bisweilen $\boxed{A \ B}$. Bilden die Chromosomen $\boxed{A \ B}$ mit $\boxed{a \ b}$ die Gemini, so ist die Sache sehr einfach, indem dabei nur zwei Kombinationen $\boxed{A \ B}$ und $\boxed{a \ b}$ möglich sind. Bei diesen Fällen ist die Zahl der Chromosomen konstant. Die Zusammenfügung von \boxed{A} und \boxed{B} ist nur eine der Anwesenheit des $\boxed{a \ b}$ zuzuschreibende sekundäre Erscheinung.

Die empirisch erhaltenen Resultate stehen mit diesen auf Grund des Gesetzes vom Zufall entwickelten theoretischen Erwägungen im Einklang.

8. Die Anwendbarkeit des Gesetzes vom Zufall auf die Chromosomenzahl und das Festhalten der eigentlichen Länge der Chromosomen in dem Bastardzustande können einen Beleg zur Hypothese der Individualität der Chromosomen beitragen.

9. Die Kern- und Zellengrösse ist von der Chromosomengrösse abhängig, und umgekehrt ändert sich die letztere je nach der Zellengrösse.

Allgemeiner Teil.

Das Verhalten der Chromosomen in den meiotischen Kernteilungen bei Bastarden zwischen Eltern von ungleichen Chromosomenzahlen.

Die erste Angabe über das Verhalten der Chromosomen in der Reduktionsteilung des Bastards, bei dem die Zahlen der elterlichen Chromosomen voneinander verschieden sind, ist von ROSENBERG (1903) bei dem berühmten *Drosera*-Bastard veröffentlicht worden. Im Anschluss daran sind die Studien von GATES (1909) und von GEERTS (1911) bei *Oenothera*, und von DIGBY (1912) bei *Primula*, u. a. erschienen. Bei diesen Bastarden besitzt die eine der P-Pflanzen doppelt so viele Chromosomen als die der anderen, und somit sieht man die erste als tetraploide Pflanze an. Bei dem *Drosera*-Bastard gibt es in der Reduktionsteilung so viele Gemini wie bei der diploiden P-Pflanze, und eben so viele ungepaarte Chromosomen. Die letzteren werden ganz durch Zufall nach den beiden Polen sowohl in der heterotypischen als auch in der homöotypischen Kernteilung verteilt, so dass die Tetradenzellen ungleiche Zahlen der Chromosomen erhalten. Sie können auch Zwergkerne bilden, und es zeigt sich eine Tendenz zur Elimination der überzähligen Chromosomen. GEERTS fand in der Tat bei dem *Oenothera*-Bastard, wo die beiden elterlichen Chromosomen ebenso wie bei dem *Drosera*-Bastard sich verhalten, dass er in der F_2 -Generation nur eine diploide Zahl der Chromosomen liefert. Bei dem von DIGBY studierten *Primula*-Bastard soll auch die Elimination der überzähligen Chromosomen in „the

first segmentation division after fertilization“ stattgefunden haben.¹⁾ GATES gelangte aber zu einem anderen Resultat. In seinem Bastard bilden die elterlichen Chromosomen keine vollkommenen Gemini und sie zeigen die Tendenz, sich numerisch gleich nach den beiden Polen voneinander zu trennen. Die Verteilung der Chromosomen nach den beiden Tochterzellen ist ganz zufällig, also müssen die Gameten, die ihre Entstehung dieser eigentümlichen Kernteilung verdanken, in ihren chromosomalen Konstituenten voneinander verschieden sein; somit dürfte die zweite Generation verschiedene Formen liefern. Er sagt: „If the chromosomes of *Oenothera* are unlike in their hereditary capacities their behavior furnishes a not improbable basis for the phenomena of mutation in *Oenothera Lamarckiana*.“ Neuerdings hat OSAWA (1916) bei dem triploiden *Morus* ähnliches Chromosomenverhalten wie bei dem *Drosera*-Bastard gefunden, und das Verhalten der Chromosomen in den triploiden Pflanzen in zwei Kategorien unterschieden: die erste ist durch den *Drosera*-Bastard und die zweite durch den von GATES studierten *Oenothera*-Bastard vertreten.

Auf zoologischer Seite finden wir ein ähnliches Beispiel zu dem *Drosera*-Bastard bei „mule“.²⁾ Hier besonders hervorzuheben sind aber die von FEDERLEY (1913) studierten Schmetterlings-

1) Dass in der typischen Kernteilung nur ein Satz von Chromosomen eliminiert wird, während der andere Satz von den diesen homologen Chromosomen nicht, ist schwer begreiflich. Die Elimination der väterlichen Chromosomen in der Furchungsteilung bei den von BALTZER studierten Echinodermenbastarden ist ein ganz anderes Phänomen, bei dem die nicht eliminierten Chromosomen den eliminierten nicht homolog sind. BALTZERS Studien am Dispermie-Fall derselben Bastardierung zeigen weiter auch, dass homologe Chromosomen, werden sie eliminiert oder nicht, je gegenseitig dasselbe Schicksal aufweisen. Wenn man andererseits annimmt, dass die Verdoppelung der Chromosomen bei *Primula kewensis* (fruchtbar) durch Querteilung aller Chromosomen verursacht worden ist, so kann man das Auftreten nur der haploiden Zahl der Gemini, wie bei *Zea Mays*, ohne Schwierigkeit verstehen. Das Auftreten der „quadrivalenten Chromosomen“, die den Doppelchromosomen bei anderen diploiden *Primula*-Arten gleich gross sind (vgl. DIGBYs Fig. 64, 89, 90, und 93), und der „much contracted“ Chromosomen in dem Diakinese-Stadium, oder wie ich mit anderen Worten sagen möchte, bloss kleineren Chromosomen, die beide nur in dieser *Primula* gefunden worden sind, begünstigt diese Meinung. DIGBY gibt jedoch an, dass bei dem Bastard nicht nur die x -, sondern auch die $2x$ -Zahl der Chromosomen eben so gross wie bei den übrigen *Primula*-Arten ist. Es ist sehr wünschenswert, diesbezügliche eingehende cytologische Untersuchungen auszuführen.

2) Jour. of Heredity. Vol. VII. 1916. S. 498. (WOODSEDALEK (1916), Biol. Bull. XXX.)

bastarde. Bei diesen Bastarden gibt es fast keine Affinität zwischen den elterlichen Chromosomen, und somit findet dort, nur einige Chromosomen ausgenommen, die Geminusbildung nicht statt. Bei den vereinzelt oder ungepaarten Chromosomen findet die Equationsteilung anstatt der Reduktionsteilung statt. Die Folge davon ist, dass es eine neue Form gibt, welche fast die Summe der diploiden Zahlen der Chromosomen von den beiden Eltern besitzt, und somit mag dort ein fast nicht spaltender konstanter Bastard eintreten. Der von FARMER und DIGBY (1910) untersuchte *Polypodium*-Bastard ist, nach FEDERLEY, dieser Kategorie von Bastarden zuzuzählen. Ein ähnliches Verhalten der Chromosomen ist von DOXCASTER¹⁾ bei dem *Biston*-Bastard angegeben worden.

Die oben erwähnten Untersuchungen stimmen darin miteinander überein, dass nur irgend eine oder keine der beiden elterlichen Chromosomenzahlen in der zweiten Generation wieder auftreten, wegen der partiellen oder vollständigen Elimination der überzähligen Chromosomen, oder wegen der Ausschaltung der Reduktionsteilung, die auf Mangel der sexuellen Affinität der beiden elterlichen Chromosomen zurückzuführen ist.

Zea Mays zeigt, dass die beiden elterlichen Chromosomenzahlen in der F_2 -Generation ausgespaltet wieder auftreten. Diese Tatsache zwingt uns zuerst, im Vergleichen mit den schon studierten Beispielen, zu dem Gedanken, dass die Vermehrung der Chromosomenzahl von *Zea Mays* mit quantitativem Zusatz von homologen oder anderen einwertigen Chromosomen nichts zu tun hat. Die Chromosomen von *Zea Mays* verhalten sich in ganz anderer Weise bei der Reduktionsteilung als bei den schon studierten Fällen. Weder Elimination der Chromosomen noch Ausschaltung der Reduktionsteilung ist hier zu finden. Der Fall wie beim durch GATES studierten *Oenothera*-Bastard ist hier wieder undenkbar. Wenn sich die Chromosomen so verhalten, so werden wir bei *Zea*, wenn der Bastard z. B. $10+12=22$ Chromosomen führt, $\frac{1}{2} (10+12) = 11$ Chromosomen in den beiden Polen der Reduktionsspindel

1) MORGAN, u. a. (1915).

haben, folglich erhalten die beiden Tochterzellen numerisch die gleiche Zahl der Chromosomen. Der Erfolg ist aber, dass die Chromosomenzahl bei der einen Tochterzelle $11=10+1$ und bei der anderen $11=12-1$ ist. Die originalen 10 und 12 Chromosomen müssen jedoch quantitativ gleich sein, obgleich nicht numerisch, weil die beiden Chromosomenzahlen in einer und derselben Rasse und sogar in einem und demselben Individuum vorkommen. Deswegen zeigen die Zahl $10+1=11$ und $12-1=11$ nur numerische Gleichheit, und nicht quantitative. Wenn also die Chromosomen sich wirklich so verhalten hätten wie bei dem Fall von *Oenothera*, so würde die Spaltung des Merkmals, so weit die Erbträgerhypothese der Chromosomen reicht, nach der MENDEL'schen Regel nicht regelmässig stattfinden. Wir haben jedoch noch keine diese Ansicht stützende Tatsache gefunden. Alle Tatsachen zeigen, dass die Trennung der Chromosomen bei der Reduktionsteilung quantitativ gleich sein muss.

Für die quantitativ gleiche Verteilung der Chromosomen haben wir nur die Geminusbildung als zweckmässigsten Weg. Dann muss die Zahl der Gemini des Bastardes eben so viel, entweder wie die grössere Zahl oder wie die kleinere Zahl, sein, und wir werden zu dem Schlusse gezwungen, dass die Dominanz-Regel auch bei der Zahl der Gemini Geltung haben muss. Diese Regel ist nur da geltend, wo die Verschiedenheit der Chromosomenzahl durch die Querteilung gewisser Chromosomen veranlasst ist, und nicht da, wo sie durch Verdoppelung oder Vervielfältigung der homologen Chromosomen verursacht worden ist. Man kann also das Verhalten der Chromosomen in dem Bastard zwischen den verschieden chromosomzähligen Eltern in die zwei Kategorien nach der Entstehungsweise der Zahlenverschiedenheit der Chromosomen, d. h. nach der entweder durch Querteilung gewisser Chromosomen oder durch Verdoppelung oder Vervielfältigung der homologen Chromosomen, unterscheiden: 1) Alle Chromosomen bilden die Gemini. 2) Nicht alle Chromosomen, sondern nur eine Anzahl von Chromosomen bilden die Gemini. *Zea Mays* dient als Beispiel für die erste Kategorie.

Sind bei *Zea* die Chromosomen solche, die von *Euchlaena*

abstammen, so ist die überzählige Zahl über die normalzählige dominierend, also finden wir dort so viele Gemini wie die erste Zahl. Haben die Chromosomen ihre Herkunft in einer unbekannten Art von Andropogoneae, so ist die Sache umgekehrt. Die Dominanz ist bei dem erst genannten Fall etwas instabil, und es erfolgt eine Inkonstanz der Zahl der Gemini. Die Inkonstanz der Zahl der Gemini¹⁾ ist also ein Symptom dafür, dass in der Art der betreffenden Pflanze es eine Pflanze mit quergeteilten Chromosomen gibt. In dieser Hinsicht interessieren uns die von ROSENBERG (1908) studierten *Hieracium*-Arten. Es sei hier aber bemerkt, dass die eben genannte Eigentümlichkeit nur als eine und zwar nicht die einzige Ursache der Inkonstanz der Zahl der Gemini zu betrachten ist, wie *Wikstroemia indica* (STRASBURGER, 1910₂) ein Beispiel für die durch die andere Ursache aufweist.

Wir finden keine Abnormität während der meiotischen Kernteilungen sowohl in den aufs Geratewohl genommenen Pflanzen als auch in den Bastarden, wie solche viele Autoren, wie JUEL (1900), TISCHLER (1906, 1908), CANNON (1903), NAKAO (1911), u. a. sowohl bei den sterilen als auch bei den fertilen Bastarden angegeben haben. Die in meiner früheren Arbeit (KUWADA, 1911) angegebene Abnormität bei „Amber Rice Pop Corn“ ist keine allgemeine Erscheinung. Diese Ursache ist vielleicht auf den schlechten Ernährungszustand zurückzuführen. Auf Grund dessen, dass die Pollen-Mutterzellen wegen der Funktionsstörung der Wurzel durch das zu kalte Klima sehr plasmaarm sein dürften, können wir den Schluss ziehen, dass dasselbe auch die Pollenbildung bei *Euchlaena* in Tokyo abnorm beeinflusst haben möchte.

1) Die Zahl der Gemini ist normalerweise vielmehr konstant als die Zahl der Chromosomen in den somatischen Zellen. STRASBURGER (1906, S. 28-29) sagt: „Die Chromosomenbildung ist erblich fixiert, allein nicht in so starre Grenzen gefasst, dass die Chromosomenzahl nicht einigen Schwankungen unterworfen sein könnte. Auf die bestimmte Festhaltung der Zahl kommt es im wesentlichen nur in den Gonotokonten an, weil sie dort die gute Zusammenfügung der homologen, von Vater und Mutter entstammenden Chromosomen zu Paaren sichert. Daher wir die Zahl der Chromosomen in den Gonotokonten nur ausnahmsweise, und auch dann nur in geringem Masse von der Norm abweichen sehen.“

Die Querteilung und die zusammengesetzte Natur der Chromosomen.

Es wird von vielen Pflanzen angenommen, dass bei ihnen die Veränderung der Zahl oder Grösse der Chromosomen durch erblich fixierte Querteilung oder Zusammenfügung der Chromosomen bedingt sei (STRASBURGER (1910. S. 40 ff.), ROSENBERG (1909₂), TAIHARA und ISHIKAWA (1911), u. a.). Diese Annahme steht immer auf der Grundlage vergleichender Untersuchungen und ist eine Schlussfolgerung aus indirekten Tatsachen von verschiedenen Seiten. Hier sei nur das Geschlechtschromosom von *Ascaris megalocephala* als direkter Beweis dafür hervorgehoben.¹⁾ Bei diesem Tiere ist aber die Querteilung oder Zusammenfügung der Chromosomen nicht erblich fixiert, und somit der Schwankung unterworfen. *Zea Mays* ist wohl anderseits als Beweis des Falles anzuführen, wo die Querteilung der Chromosomen erblich fixiert ist. Diese Möglichkeit der Querteilung der Chromosomen regt die Frage über die Konstitution der Chromosomen an.

Die tripyleen Radiolarien²⁾ führen weit über tausend Chromosomen, während hoch organisierte Tiere und Pflanzen eine verhältnismässig niedrige Anzahl von Chromosomen besitzen. Diese Tatsachen lassen darauf schliessen, dass die Chromosomen vielleicht nicht einheitliche Gebilde sind. STRASBURGER (1905. S. 52) sagt: „Dass wir die Chromosomen keinesfalls als letzte Erbeinheiten auffassen dürfen, lehren uns in überzeugender Weise auch jene Pflanzen, die trotz nächster Verwandtschaft eine verschiedene Zahl von Chromosomen führen.“ Dass WEISMANN (1893, S. 67 u. 1913, I. S. 285) die Chromosomen bisweilen mit den Idanten, bisweilen mit den Ide verglichen hat, beruht, glaube ich, auf demselben Grunde. Die somatischen Chromosomen von *Ascaris megalocephala* stellen diese zusammengesetzte Natur der Chromosomen klar dar. So ist es sehr wahrscheinlich, dass die Chromosomen unter irgend einer Bedingung in Chromosomen niedrigerer Ordnung zerbrochen werden können.

1) Goldschmidt (1913).

2) Häcker (1911), S. 50.

Was für eine Bedingung veranlasst diese Erscheinung? Die Antwort ist nicht leicht. LUNDEGÅRDH (1914) hat angegeben, dass diese Erscheinung mehr in den in höherer Temperatur kultivierten Wurzelspitzen als in solchen bei Zimmertemperatur aufgetreten ist. Wir finden in den Wurzelspitzen von *Zea Mays* auch eine Querteilung dieser Art. Sie ist aber ganz verschieden von der jetzt in Rede stehenden Querteilung. Die quergeteilten Flächen sind dabei oft so scharf wie mit dem Messer geschnitten, und gewöhnlich bleiben die quergeteilten Stücke ungefähr am ursprünglichen Orte, so dass man unmittelbar die Stelle des originalen Chromosoms finden kann. Bei unserem Fall gibt es dagegen keine Spur dafür, welches Chromosom quergeteilt worden ist. In seiner eingehenden Arbeit über die Einschnürung der Chromosomen bei *Vicia Faba* äussert sich SAKAMURA (1915), dass die Einschnürung, die im Verlauf der phylogenetischen Entwicklung durch eine spontane Veränderung der Teilungsmechanik bestimmter Chromosomen hervorgerufen sein dürfte, „zum Beweise der Annahme dienen könnte, dass die Querteilung der Chromosomen die „nicht x-ploidische“ Veränderung der Chromosomenzahl veranlassen kann.“

In welchem Stadium des Lebenszyklus eine Querteilung bestimmter Chromosomen stattfindet, ist auch eine schwierige Frage. Wenn bei den vor oder unmittelbar nach der Befruchtung durch irgend eine Ursache quergeteilten Chromosomen ihre morphologische Individualität erblich fixiert ist, so werden wir verschiedene Individuen mit verschiedenen Chromosomenzahlen haben. Dies ist aber ganz spekulativ und ich will nicht weiter darauf eingehen. Nur möchte ich erwähnen, dass ich zur Annahme der ersten Alternative neige.

Die Veränderung der Chromosomenzahl und deren biologische und physiologische Bedeutung.

Der Vermehrungsmodus der Chromosomenzahl umfasst die folgenden drei Fälle:

1. Qualitative Vermehrung.
2. Quantitative Vermehrung.
3. Numerische Vermehrung.

Den ersten Fall findet man nur bei Bastarden. Als bestes Beispiel hierfür sind die von FEDERLEY (1913) ausführlich studierten konstanten Bastarde von Schmetterlingen hervorzuheben. Bei diesem Fall ist die Vermehrung der Chromosomenzahl zugleich die Vermehrung wenigstens bestimmter Faktoren oder Gene, also eine qualitative Vermehrung. Es sei hier bemerkt, dass die äusseren Charaktere solcher Bastarde nicht immer die Summe der Charaktere sein mögen, die die zusammentretenden Gene je in ihren elterlichen Organismen zum Vorschein gebracht haben, sondern dass das Zusammentreten der ursprünglich verschiedenen Chromosomen durch ihre Mitwirkung eine neue Eigenschaft hervorbringen kann. Wir haben hierfür viele Beispiele. Hier seien nur als einige die Rassenbastarde von *Lathyrus odoratus* (BATESON, 1913. Pl. III u. V), von *Mirabilis Jalapa* (CORRENS, 1912. Fig. 1. S. 9), usw. hervorgehoben. Die Mitwirkung dieser Chromosomen mag unter Umständen als ein Erreger oder ein Hemmnis auf die Anlagen irgend welcher jener Charaktere Einfluss ausüben. Diese Einflüsse mögen auch die physiologischen normalen Vorgänge der Organismen zu Störungen veranlassen, so dass die betreffenden Organismen nicht weiter ihre Lebenserscheinung fortführen können. Hinsichtlich dieses Punktes steht die Kombination der artfremden Chromosomen mit den negativen Kreuzungsversuchen oder mit der Sterilität der Bastarde in inniger Beziehung.

Es gibt viele Ursachen für die Erfolglosigkeit von Kreuzungsversuchen zwischen beliebigen Pflanzen, wodurch die Pollen mechanisch oder chemisch, wie JOST (1907), TOKUGAWA (1913), u.a. angegeben haben, von ihrer Keimung auf der fremden Narbe oder weiterem Wachstum der Pollenschläuche zurückgehalten werden. Unter Umständen können die Pollen aber, selbst wo die beiden Pflanzen systematisch so weit entfernt stehen, dass die eine zu den Monokotyledonen gehört, während die andere zu den Dikotyledonen, wie STRASBURGER (1886) angibt, auf der fremden

Narbe keimen und ihre Pollenschläuche tief in die Griffel wachsen lassen, doch gibt es dabei auch keinen Erfolg. Wenn in solchen Fällen die beiden Pflanzen verwandtschaftlich voneinander nicht so weit entfernt stehen, ist es sehr beachtenswert, dass die Interaktion der Chromosomen von beiden Ursprüngen die Bildung des Embryos oder dessen weitere Entwicklung nicht zustande kommen lässt. Bei den verwandtschaftlich weit stehenden Organismen wird die schon vorhandene Verschiedenheit¹⁾ der chemischen Natur in der Zelle, wovon wir ein gutes Beispiel in den Echinodermenbastarden finden (BALTZER, 1910), die Tätigkeit der fremden Chromosomen hemmen oder die Chromosomen selbst zu Grunde gehen lassen. Die Empfindlichkeit gegen solche chemische Beeinflussung ist viel grösser bei den Gonotokonten als bei den somatischen Zellen, so dass der Bastard unter Umständen die volle Entwicklung der sporophytischen Körper vollführen kann, doch selbst steril sein mag. Die Verschiedenheit der Empfindlichkeit in den Zellen von beiden Arten ist von SAKAMURA (1916) experimentell nachgewiesen worden. Die verminderte Fruchtbarkeit der Arthybriden von DE VRIES würde auch auf derselben Ursache beruhen.

Es gelang LOEB (1912), durch die Veränderung der Bestandteile des Seewassers, nämlich durch Zusatz von 2^{cc} 1/100 proz. Na CN, den Embryo in der reinen Zucht von *Fundulus heteroclitus* denjenigen Abnormitäten wie bei den Bastarden zwischen demselben Fisch und den systematisch entfernt stehenden Teleostæ, d. h., *Ctenolabrus* oder *Menidia* zu unterwerfen. Diese Tatsache erinnert uns an die künstliche Parthenogenese, bei der die chemische Veränderung der äusseren Bedingungen dieselbe Erscheinung wie bei den normalen Befruchtungsvorgängen durch die Spermatozoen hervorruft. Aus diesen zwei Tatsachen würde folgen, dass die Chromosomen auf die Organismen ähnliche chemische Einflüsse ausüben können, wie einige chemische Agentien es tun. LOEB (1912) sagt: „.....that heterogenous embryos show a lack of “adaptation” and durability for the reason

1) Ich möchte diese chemische Verschiedenheit hauptsächlich auf die Chromosomen zurückführen.

that in consequence of the chemical difference between heterogenous sperm and egg the chemical processes in the fertilized egg are abnormal“ (S. 25). Ich möchte hier diese „chemical difference between heterogenous sperm and egg“ durch die Chromosomentheorie erklären.

Dieses Phänomen hat für die Entstehung der Arten eine hohe Bedeutung. LOEB (1912) äussert sich: „It is, therefore, no exaggeration to state that the number of species existing to-day is only an infinitely small fraction of those which can and possibly occasionally do originate, but which escape our notice because they cannot live and reproduce“ (S. 25).

Endlich ist es auch denkbar, dass die durch die Hybridization hervorbrachte Instabilität des physiologischen Gleichgewichts die Pflanzen leichter zu Mutation veranlassen kann, wie das *Zea Mays* darstellt (vgl. DE VRIES, 1915). Diese Ansicht zwingt zur Erweiterung von OSTENFELDS Begriff (1910) der Hybridization als eines Vorgangs zur Entstehung neuer Arten.

Der zweite Fall der Chromosomenvermehrung ist diejenige, die durch den Zusatz einer Anzahl von homologen Chromosomen markiert ist, also nicht qualitative, sondern quantitative Vermehrung. Hierbei liegen zwei Vorgänge vor. Der eine ist die überzählige Längsteilung einiger¹⁾ oder aller Chromosomen von einer Garnitur, und der andere die Verirrung des Chromosoms zum unrichtigen Pol bei der Reduktionsteilung, daraus folgt die Erscheinung der sogenannten „non-disjunction.“ Die Längsteilung der Chromosomen findet gewöhnlich in allen Chromosomen eines Kerns statt, und man versteht diesen Zustand des Kerns unter dem Namen von „*n*-ploidie.“ Wir haben viele Beispiele im Tier- und Pflanzenreich. Der Zusatz durch verirrte Chromosomen ist dagegen nur in einzelnen Fällen bekannt. Der erste Befund ist von WILSON (1909) bei *Metapodius* erbracht worden. GATES und THOMAS (1914) schreiben die Entstehung des einen überzähligen Chromosoms von *Oenothera lutea* auch diesem Vorgang zu. Die anderen *Oenothera*-Arten, die nach DE VRIES (1915) und LUTZ (1916), wie bei *lutea*, mit 15 Chromosomen in den somatischen

1) Vgl. STRASBURGER (1910₂), S. 6-7.

Zellen ausgestattet sind, sind auch, wenigstens in der ursprünglichen Herkunft, in diese Kategorie zu zählen. In diesem Fall der quantitativen Vermehrung bleibt noch als ein interessantes Problem zu erörtern, in welcher Weise sie auf die somatischen Merkmale Einfluss ausüben kann.

Dass das Grössenverhältnis des Kerns unter einer bestimmten Bedingung von der Chromosomenzahl abhängig ist, ist jetzt im allgemeinen angenommen. Die Zunahme der Kerngrösse und folglich der Zellengrösse könnte also unter Umständen auch die Grössenzunahme der Organe der Organismen veranlassen. Bei *Oenothera gigas* sind die Organe im allgemeinen dicker als bei *Oe. Lamarckiana*. Es ist aber fraglich, ob alle *gigas*-Charaktere mit der Zunahme der Chromosomenzahl in direktem Zusammenhang stehen. DE VRIES (1913) ist der Meinung, dass irgend eine Veränderung in den Pangenen Hand in Hand mit der Verdoppelung des Chromosomensatzes gegangen sein müsse. GATES (1915) nimmt DE VRIES' Meinung an, doch äussert er sich, dass alle von DE VRIES citierten Charaktere direkt oder indirekt auf die Veränderung der Chromosomenzahl zurückzuführen sind. Nach der Angabe von NEMEC (1906) kann die Chromosomenverdoppelung in den chloralisierten Wurzelhaaren quantitative Veränderung der Merkmale hervorrufen, aber nicht qualitative. Im allgemeinen haben die Merkmalveränderungen der tetraploiden Pflanzen von den diploiden ihre Ursachen erstens in den direkten oder indirekten Einflüssen der Verdoppelung der Chromosomenzahl, und zweitens in der von der Chromosomenverdoppelung ganz unabhängigen Veränderung der Gene, deren Ursache aber dieselbe wie die der Verdoppelung sein kann.

In dem Falle, wo die Chromosomenzahl durch die auf bestimmte Chromosomen beschränkte Multiplikation zur Vermehrung verursacht worden ist, wird die Beziehung zwischen der Chromosomenzahl und den somatischen Merkmalen noch komplizierter, da das spezifische Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Funktionen in der Zelle durch Zusatz von jenen bestimmten Chromosomen gestört werden mag. Der Einfluss der Chromosomenzunahme auf die somatischen Charaktere mag in

diesem Falle nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ sein.

Die Farbenreaktion von Phenolphthalein in der alkalischen Lösung verschwindet bei dem letzten Zusatz von einem Tropfen der saueren Lösung, durch den die Lösung vollständig neutralisiert wird. Es liegt also hierbei eine Grenzlinie vor, bis zu welcher keine Menge des Zusatzes der saueren Lösung das Farbenverschwinden verursachen kann. Stellen wir uns nun eine Analogie in dem Pflanzenkörper vor. Wir nehmen eine Pflanze mit gefärbten Blüten an. Weiter ist anzunehmen, dass der Genotypus dieser Pflanze einen Faktor für den Hemmungsstoff gegen die Blütenfarbe führt, welcher jedoch in dem diploiden Zustand des ihn tragenden Chromosoms nicht so stark ist, dass er seine Fähigkeit äusserlich realisieren kann, d.h. als ein „dominierendes Weiss“ nicht zum Vorschein bringen kann, also die Hemmungsstärke unter der Grenzlinie liegt.¹⁾ Wenn sie aber in dem triploiden Zustande der nämlichen Chromosomen über die Grenzlinie steigen kann, so wird dann die Zunahme der Chromosomen auch die somatischen Charaktere der qualitativen Veränderung verursachen. Es versteht sich von selbst, dass bei dem n -ploiden Zustande von bestimmten Chromosomen das Gleiche gelten kann.²⁾

1) Die Annahme des Vorhandenseins einer Dosis von Hemmungsstoff in den gefärbt-blütigen Pflanzen ist nicht unmöglich. GATES (1915) sagt: „One may suppose that this color-inhibiting substance is one of the substances produced by the cell in all Leghorn fowls, but that in the white Leghorn it has been very largely increased . . .“ (S. 527).

2) Der von J. B. Wood untersuchte Fall von dem gehornen und hornlosen Schaf (BATESON, 1913, S. 169) mag vielleicht als Beispiel hierfür dienen. In den beiden reziproken Bastarden von diesen Schaf-Rassen ist der gehornete Charakter immer dominierend bei dem männlichen Tier und recessiv bei dem weiblichen. BATESON schliesst: „In order therefore that the female may possess horns, she must be homozygous in that character. The factor for hornedness must come in from both sides of the parentage. Conversely, in order that the male should be hornless, he must receive the deficiency from both sides of his parentage“ (S. 170). MORGAN (1910) spricht diese Erscheinung im Ausdruck von Chromosomen so aus: „that one horn-bearing chromosome suffices in the male to call forth horns, but in the females one chromosome is not enough“ (S. 469). Warum genügt dann nur das eine Chromosom beim Männchen für die Hornbildung, während beim Weibchen zwei derselben für Hervorbringung desselben äusseren Charakters vorhanden sein müssen?

In diesem Bastard sind die Eigenschaften „gehornt“ und „hornlos“ auf das Geschlecht beschränkt. Daher müssen wir zuerst daran denken, dass diese geschlechtsbeschränkten Eigenschaften mit dem Geschlechtschromosom in inniger Beziehung stehen werden. Unter der Annahme, dass beim Schaf das heterozygote Geschlecht das Männchen ist, führen die männlichen Bastarde das eine X-Chromosom von irgend einem Ursprung von entweder gehorneten oder hornlosen Eltern, während die weiblichen Bastarde immer zwei X-Chromosomen von den beiden Ursprüngen besitzen. Nimmt man nun an, dass ein X-Chromosom gegen ein den Hornbildungsfaktor tragendes H-Chromosom keine Hemmungsfähigkeit für die Hornbildung besitzt, und dasselbe bei zwei X-Chromosomen gegen zwei H-Chromosomen auch gilt, während das Zusammentreten der zwei X-Chromosomen gegen das eine H-Chromosom diese Fähigkeit hervorbringen kann, so wird die Sache sehr leicht verständlich sein.

Zwischen der Chromosomenzahl und der Kern- oder Zellen- grössse besteht nicht immer eine bestimmte Proportion. Die letzteren können bisweilen unverändert bleiben, trotzdem die Chromosomenzahl doppelt so gross wie die ursprüngliche ist. Als Beispiele sind Dictyotaceen (J. L. WILLIAMS, 1904) und *Griffithia Bornetiana* (LEWIS, 1909, S. 647) hervorzuheben, bei denen sowohl Zellen- als auch Kerngrösse in den beiden Generationen, den geschlechtlichen und den ungeschlechtlichen, keinen auffallenden Unterschied (bei *Griffithia* die Kernhöhlengrösse in der Metaphase ausgenommen) aufweisen.¹⁾ Wenn dergleichen auch in den tetraploiden Pflanzen gilt, so wird die chemische Konstitution in der Zelle mehr konzentriert werden als im diploiden Zustande. Eine gewisse Enzymwirkung, z. B., möchte dabei, wenn eine Dosis Hemmungsstoff schon vorhanden ist, gestört werden, so dass das Gleichgewicht des betreffenden Funktionsvorgangs hierbei auch gestört werden mag. Es dürfte dann beim Fall der Vervielfältigung des ganzen Satzes von Chromosomen auch die qualitative Veränderung der äusseren Charaktere erfolgen.

Wie eben erwähnt worden ist, könnte die Multiplikation der bestimmten Chromosomen unter Umständen eine qualitative Veränderung der somatischen Charaktere hervorrufen, falls es sich um eine Eigenschaft chemischer Natur handelt. Bei den formativen Merkmalen gilt dasselbe auch dann, wenn diese Merkmale oder deren Anlagen chemisch erregt oder gehemmt werden können.

Es sei hier betont, dass in diesem Fall die multiplizierten Chromosomen notwendigerweise solche sein müssen, die mit den die qualitative Veränderung der Charaktere hervorrufenden chemischen Vorgängen in direktem Zusammenhang stehen. In sonstigen Fällen findet keine Veränderung der nämlichen Charaktere statt, selbst wo eben so viele Chromosomen vervielfacht worden sind, sondern es mag dabei dort eine Veränderung der anderen Charaktere erfolgen. So deutet die blosse Übereinstimmung der zugenommenen Chromosomenzahl nicht die Gleichheit der entsprechenden Veränderung der somatischen Charaktere an.

1) STRASBURGER, E. (1910), S. 432-433 (Flora, Bd. 100).

Je nach der Art der Chromosomen mag auch keine scheinbare Veränderung stattfinden. So haben wir als ein Beispiel hierfür den Fall von *Metapodium*, wobei nirgends eine Korrelation zwischen Zahl der Chromosomen und somatischen Charakteren, wie WILSON sagt, zu finden ist.¹⁾ Unter Umständen mag die Multiplikation des ganzen Satzes von Chromosomen auch die somatischen Charaktere nicht zur Veränderung bringen, wie wir dies in den Pflanzen der beiden Generationen der Dictyotaceen sehen.²⁾

Das Obenerwähnte gehört in die Kategorie der qualitativen Multiplikation der Chromosomen. Die quantitative Multiplikation der Chromosomen oder numerische Multiplikation würde dagegen nur auf die quantitative Veränderung der somatischen Charaktere beschränkt sein, und es besteht hierbei keine Proportion zwischen der Zahl der vervielfachten Chromosomen und der Grösse der Veränderung. Die Zahl der Winkel der mit verschiedenen Zahlen von Chromosomen ausgestatteten Pollenkörner von *Oenothera* dient zum Beweis dafür (GATES, 1915).

In den experimentellen Vererbungsstudien beschäftigt man sich gewöhnlich nur mit den MENDELSchen oder differentiellen und nicht mit den gemeinsamen Faktoren. So zum Beispiel spricht man immer über die Faktoren für Anthocyanbildung, aber nicht für die Formation von Flavon, welches für die erstere Substanz die Basis ist, und überhaupt sowohl in gefärbten als auch nicht gefärbten Pflanzen gemeinschaftlich vorhanden ist. Andere Merkmale müssen auch durch die stufenweise Entwicklung unter der Mitwirkung von verschiedenen Faktoren zum Vorschein gebracht sein. Finden sich diese Faktoren in einem und demselben Chromosom beherbergt? MORGAN und seine Kollegen (1915) haben in *Drosophila* gefunden, dass über ein Hundert der verschiedenen Merkmale in ebenso grosser Anzahl von Gruppen wie die Zahl der Chromosomen gruppenweise vererbt werden. Es liegt also sehr nahe, dass die Faktoren für die Merkmale von einer und

1) Es mag hier GATES' (1907, S. 20) Angabe auch citiert werden: „The number of chromosomes is now found to be twenty or twenty-one constantly in all the plants of the *Lamarckiana* hybrid examined, while the number in the pure *O. Lamarckiana*, as well as in *O. lata*, is fourteen, the reduced number being seven..... Thus the pure *O. Lamarckiana* and the *Lamarckiana* hybrid, which are identical in external appearance, differ widely in the number of their chromosomes.”

2) Die zwei Ortsvarietäten von *Ascaris megalocephala* mögen vielleicht auch als Beispiel dienen, obschon die Genese der Zahlenveränderung der Chromosomen hier nicht klar ist (MORGAN, 1910, S. 464).

derselben Gruppe in denselben Chromosomen sich finden. Sehen wir einmal die Tabelle von MORGAN (1915) durch, in welcher die kettenweise vererbten Merkmale gruppenweise zusammengestellt sind, so finden wir, dass die bestimmten Regionen affektierenden Faktoren in den verschiedenen Gruppen sich finden, so zum Beispiel gehören die Augenfarben „cherry“, „eosin“, „vermillion“ und „white“ zu der I. Gruppe, „cream II“, und „purple“ zu der II., und „cream III“, „maroon“, „peach“, „pink“, „safranin“ und „sepia“ zu der III. Dies zeigt, dass die ein bestimmtes Merkmal affektierenden Faktoren in den verschiedenen Chromosomen lokalisieren können. Aus diesen Tatsachen kann man mit hoher Wahrscheinlichkeit schliessen, dass die an dem Auftreten von einem Merkmal teilnehmenden verschiedenen Faktoren auch in den verschiedenen Chromosomen sich beherbergen können. Daraus folgt der Schluss, dass das Verschwinden eines Chromosoms unter Umständen auf den Lebensmechanismus einen wichtigen Einfluss ansüben könnte, indem dabei das physiologische Gleichgewicht der Organismen gestört wird. *Phylloxera* und *Aphides*¹⁾ sind ein gutes Beispiel hierfür, bei denen die das Geschlechtschromosom nicht führenden Spermatozoen nicht fort dauern können²⁾.

Ist die Herkunft des überzähligen Chromosoms von *Oenothera lutea* wirklich, wie GATES und THOMAS (1914) denken, auf die Abnormalität der Reduktionsteilung zurückzuführen, so müssen wir auch diejenigen Pflanzen finden, die mit 13 oder 12 Chromosomen ausgestattet sind. Wir haben jedoch solche Pflanzen noch nicht gefunden.³⁾ Dies sollte also auch als ein Beispiel dienen, wo das Verschwinden des einen Chromosoms, falls die Pflanzen weder tetraploid noch octoploid sind, die Pflanzen zu Grunde gehen lässt. GATES schreibt das Vorkommen von sterilen Pollen-

1) MORGAN, U. A. (LIEB, 1912, S. 19).

2) Bei manchen Tieren sind die das Geschlechtschromosom nicht führenden Spermatozoen auch funktionell, so dass das Männchen hervorgebracht wird. In diesen Fällen ist das Geschlechtschromosom als solches anzusehen, das keine physiologisch wichtigen Faktoren trägt.

3) Eine bisher berichtete kleinste diploide Anzahl von Chromosomen in den verschiedenen *Oenothera*-Arten ist 13-14 (ISHIKAWA, 1916).

Körnern bei *Oenothera*-Arten den unrichtigen Kombinationen der Chromosomen zu.¹⁾

Je nach der Art der Chromosomen-Kombinationen dürften, trotz der unvollständigen Garnitur, die Lebewesen in einem begrenzten Zeitraume ihre Lebenstätigkeit weiter fortführen können. Experimentell ist dies durch die berühmten Untersuchungen von BOVERI über die Dispermie von Seeigelleiern nachgewiesen worden.

Nun wollen wir den dritten Fall der Zahlenvermehrung der Chromosomen ins Auge fassen, wo die Querteilung der Chromosomen eine Rolle spielt. Da die Chromosomen, wie schon in dem anderen Abschnitte erörtert worden ist, zusammengesetzter Natur sind, so braucht sie nicht notwendigerweise die qualitative Veränderung der Chromosomen zu begleiten. Deswegen können unter Umständen die somatischen Charaktere solcher Pflanzen ganz unverändert bleiben. Sie haben aber genetisch ganz andere Bedeutung als die von Pflanzen mit normalen oder ursprünglichen Chromosomen.

Bei einer und derselben Art von Organismen vererben sich gewisse Charaktere miteinander vollständig koppelnd, andere dagegen unvollständig. Wenn man mit MORGAN die „Überkreuzung der elterlichen Chromosomen als Mechanismus für die unvollständige Koppelung für richtig halten kann, so kann man auf Grund dessen, dass diese zwei Vererbungsmodi in einer und derselben Pflanzenart zugleich stattfinden, den Schluss ziehen, dass die Chromosomen stellenweise oder nach der Art der Chromosomen konstitutionell verschieden sein können. In dieser Hinsicht hat die von SAKAMURA (1915) eingehend untersuchte

1) BARTLETT (1915) äussert sich auch, dass das Auftreten der sterilen Pollenkörner nicht immer nur bei hybriden Pflanzen, wie JEFFREY meint, sondern auch bei stark mutierenden Pflanzen zu bemerken ist. Andererseits macht CONKLIN (1905) auf diejenigen Unregelmässigkeiten der Mitosis als ein Moment der Mutation aufmerksam, die man sehr oft in den Bastarden und auch in anderen Fällen beobachtet. GUYER (CONKLIN, 1905, S. 528) äussert auch, dass solche Abnormitäten der Mitosis gewisse chromosomale Elemente addieren oder subtrahieren mögen und folglich die Basis für eine Mutation errichten. In Verbindung damit ist die Ansicht von BARTLETT auch günstig für die Meinung, dass unrichtige Kombinationen der Chromosomen die fortdauernde Lebenstätigkeit der Lebewesen nicht gestatten.

Einschnürung der Chromosomen eine wichtige Bedeutung für die Vererbungslehre.

Wie von SAKAMURA (1915) angedeutet ist, ist die Querteilung der Chromosomen als ein extremer Fall der Einschnürung anzusehen. Sie bedeutet genetisch, dass die Möglichkeit der Koppelung dabei ganz verschwindet. Die quergeteilte Chromosomen führenden Pflanzen sind also in dieser Hinsicht von den ursprünglichen oder normalzähligen genetisch ganz verschieden.

Unsere empirischen und experimentellen Resultate erlauben uns den Schluss zu ziehen, dass die von *Euchlaena* abstammenden Chromosomen **AXB** und **CXD** eine Disposition für die Querteilung, oder morphologisch gesagt eine Einschnürung haben. Diese Chromosomen haben die höchste Wahrscheinlichkeit für die Überkreuzung der Chromosomen, wenn die letztere wirklich stattfinden sollte. Dann ist es denkbar, dass die unvollständig kettenweise sich vererbenden Merkmale in diesen Chromosomen und zwar derart lokalisiert sind, dass ihre Anlagen an den beiden Seiten der eingeschnürten Stelle der Chromosomen liegen.

Endlich sei hier bemerkt, dass die Möglichkeit nicht undenkbar ist, falls Apogamie in der weniger-chromosomigen Pflanze stattfindet, dass die mehr-chromosomige Pflanze ihre Chromosomenvermehrung der Querteilung verdankt.

Die Individualität der Chromosomen mit Rücksicht auf das Verhalten der elterlichen Chromosomen in der meiotischen Prophase.

Die Individualität der Chromosomen ist ein grundlegendes Problem in der chromosomalen Vererbungslehre und mehrfach von verschiedenen Seiten, sowohl von Botanikern als auch von Zoologen, diskutiert worden. Als Belege hierfür gibt es verschiedene Tatsachen, von denen ich hier besonders ihre morphologische Selbständigkeit in Gegenwart artfremden Plasmas, also in der Bastardzelle, hervorheben möchte. Ferner möchte ich auf dem Standpunkt der Individualitätshypothese das Verhalten der elterlichen Chromosomen in der meiotischen Prophase erörtern.

Nach HERLA¹⁾ weist ein Bastard zwischen *Ascaris megalocephala bivalens* und *A. m. univalens* in der ganzen Zellenfolge, die zur Bildung der Urgeschlechtszellen führt, ein kurzes Chromosom von *univalens* und zwei lange von *bivalens* auf. Das ist auch von ZOJA²⁾ in denselben Arten konstatiert worden. Dies ist offenbar als ein Hinweis auf die Kontinuität der elterlichen Chromosomen anzusehen. Ähnliche Beispiele sind von BALTZER (1910) bei den Echinodermenbastarden, von MOENKHAUS (1904) bei dem Fischbastard zwischen *Fundulus* und *Menidia*, von MORRIS³⁾ (1914) zwischen *Fundulus* und *Ctenolabrus*, von DONCASTER⁴⁾ (1914) bei dem *Biston*-Bastard, u. a. entdeckt worden, wobei die Formverschiedenheiten der elterlichen Chromosomen unverändert bleiben. Andererseits hat FEDERLEY (1913) nachgewiesen, dass bei den Schmetterlingsbastarden die elterlichen Chromosomen selbst bei der zweiten Generation noch ihre numerische Integrität ganz und gar beibehalten. Der F_1 -Bastard besitzt die Gesamtzahl der beiden elterlichen Chromosomen und wegen des Mangels der sexuellen Affinität findet bei den meisten Chromosomen keine Reduktionsteilung statt. Damit besitzen die Gameten auch etwa ebenso viele Chromosomen wie die somatischen Zellen. Der F_1 -Bastard wurde mit einem P-Tiere rückgekreuzt. Bei dieser zweiten Generation behielten die Chromosomen noch ihre Individualität bei, so dass die homologen Chromosomen miteinander die Gemini bildeten. Die numerische Integrität in der F_1 -Generation ist auch bei den Bastarden *Drosera*, *Oenothera*, u. a. nachgewiesen.

Die Chromosomen von *Zea Mays* weisen auf der einen Seite die numerische und auf der anderen Seite die formative Integrität der Chromosomen auf. Die verschiedenen Chromosomenzahlen bei den bestimmten Zuckermals-Rassen, die durch die Querteilung der Veränderung der Zahl unterworfen sind, werden, wie in der speziellen Abteilung ausführlich beschrieben und diskutiert worden ist, nach dem Gesetz vom Zufall in die Nachkommenschaft

1) HÄCKER (1911), S. 306.

2) DIGBY (1912), S. 380.

3) MORGAN, u. a. (1915), S. 121.

4) MORGAN, u. a. (1915), S. 144.

vererbt. Dies spricht dafür, dass die Chromosomen ihre Selbständigkeit von Generation zu Generation sogar in Gegenwart von nicht eigenem Plasma, worin die andere Zahl der Chromosomen sich gefunden hat, also in dem bastardartigen Zustande auch festhalten können. Die Chromosomen von *Zea Mays* weisen also die numerische Integrität der Chromosomen auf. Das Festhalten der verschiedenen Länge der homologen oder entsprechenden Chromosomen in dem bastardartigen Zustande dient auch zum Beweis für die formative Integrität der Chromosomen.

Zea Mays ist seit prähistorischen Zeiten kultiviert worden. Hat *Zea Mays* eine Bastardnatur, so muss die Kreuzung vor vielen tausend Jahren schon stattgefunden haben. Ist also die Hypothese über die Herkunft von *Zea Mays* als Bastard richtig, so kommen wir zu dem Schluss, dass die Chromosomen selbst in Bastarden während Tausenden von Jahren ihre eigenen Längen beibehalten können. Dies erinnert uns an die Meinung BOVERIS (1904), der die Chromosomen als Individuen bezeichnet.

Die Verschiedenheit der Chromosomenzahl zwischen systematisch nahe stehenden Pflanzen ist jetzt eine so allgemein bekannte Erscheinung, dass hier eine besondere Literaturstudie überflüssig ist (vgl. MIYAJI (1913), ISHIKAWA (1916)). LUNDEGÅRDH (1912) sagt: „Wo dieselben Species von verschiedenen Forschern untersucht werden, hat man auch daran zu denken, dass verschiedene Rassen verschiedene Chromosomenzahlen besitzen können“ (S. 428). Die Bananen-Rassen von TISCHLER (1910) liefern ein schönes Beispiel für die Verschiedenheit der Chromosomenzahl zwischen den Rassen. Noch weiter hat WILSON (1909) bei *Metapodius* gefunden, dass die verschiedenen Individuen in denselben Arten verschiedene Chromosomenzahlen besitzen. Die Tatsache, dass die Zahl der Chromosomen in den nahe verwandten Arten oder Rassen, oder sogar Individuen, verschieden sein kann, doch dabei stets konstant auftritt, lässt uns den Schluss ziehen, dass die Zahl der Chromosomen durch irgend eine Ursache der Veränderung unterworfen ist, doch danach bei den betreffenden Arten oder Rassen usw. immer konstant bleibt, bis eine andere Ursache von neuem wieder auftritt.

Für die Gestalt der Chromosomen dürfte dies wohl auch gelten können. WILSON (1909) citiert BOVERIS Voraussage und sagt (S. 197–8): „Metapodius thus fulfils the prediction of BOVERI, written nearly twenty years ago: „....., wenn bei einer Spezies einmal sehr viele und verschiedenartige Irregularitäten vorkämen, diese sich wohl auf lange hinaus unter immer neuen Kombinationen erhalten müssten, so dass unter Umständen Fälle mit ausserordentlich grosser Variabilität der Chromosomenzahl zur Beobachtung kommen könnten, ohne dass selbst diese das Grundgesetz der Konstanz umzustossen vermöchten, welches lautet: Es gehen aus jedem Kerngerüst so viele Chromosomen hervor, als in die Bildung desselben eingegangen sind““* (Jenaische Zeitschrift. 1890. S. 374). „To the earlier expression of this „Grundgesetz“ BOVERI has recently added the statement that the chromosomes that emerge from the nucleus are not merely of the same number but also show the same size-relations as those that entered it: “Was durch den kurzen Ausdruck: „Individualität der Chromosomen“ bezeichnet werden soll, ist die Annahme, dass sich für jedes Chromosoma, das in einen Kern eingegangen ist, irgend eine Art von Einheit im ruhenden Kern erhält, welche der Grund ist, dass aus diesem ruhenden Kern wieder genau ebenso viele Chromosomen hervorgehen und dass diese Chromosomen überdies da, wo vorher verschiedene Grössen unterscheidbar waren, wieder in den gleichen Grössenverhältnissen auftreten““* (Jenaische Zeitschrift. 1907. S. 229). Die Chromosomen von *Zea Mays* sind wohl auch als ein Beleg für BOVERIS Meinung anzusehen.

Wir wollen nun auf dem Standpunkt der Konstanz der Chromosomenlänge an das Verhalten der elterlichen Chromosomen in der Prophase der meiotischen Kernteilung denken. Zuerst muss ich aber bemerken, dass ich mich hier auf den Fall von *Zea Mays*, wo die parasyndetische Chromosomenkonjugation stattfindet, beschränken möchte.

* Hier sind diese Zeilen aus den BOVERISCHEN originalen Abhandlungen angeführt.

SUTTON¹⁾ (1903) ist der erste, welcher eine mechanische Darstellung für die MENDELSche Lehre gab. Im nächsten Jahre hat BOVERI (1904) hierfür auch dieselbe Ansicht geäußert. Wenn alle in Frage stehenden Charaktere immer in den verschiedenen Chromosomen ihren Herd haben, so ist die Sache so einfach, dass die weitere Erwägung hierfür überflüssig ist. Die Zahl der Chromosomen ist aber gewöhnlich zu klein, so dass man zum Schlusse gezwungen wird, dass es unmöglich ist, jedes Chromosom als den Erbträger für nur einen Charakter anzusehen. Und also müssen wir auch solche Fälle in Betracht ziehen, wo die Anlagen für die verschiedenen Allermorphen in einem und demselben Chromosom vorhanden sind. Als Beispiel hierfür haben wir tatsächlich *Pisum* und *Antirrhinum*, wo die Zahl der Allermorphen grösser als die der Chromosomen gefunden worden ist.²⁾

DE VRIES (1903₂) hat eine Hypothese vorgebracht, dass der Austausch von elterlichen Anlagen für jeden der Charaktere, die in den Chromosomen lokalisiert sind, „in der letzten Zeit oder gar in dem allerletzten Augenblicke vor dem Abschiede der Vorkerne“ stattfinden muss. Nach dieser Hypothese kann man wohl annehmen, dass die MENDELSche Spaltungsregel immer gelten kann, selbst wo die Anlagen für die in Frage stehenden Charaktere in einem und demselben Chromosom lokalisiert sind. BOVERI (1904), STRASBURGER (1905), HEIDER (1906), FRUWIRTH (1914), u.a. ziehen die Möglichkeit dieses Austausches der Anlagen auch in Betracht. BOVERI äussert sich aber zugleich, schon zwei Jahre vor der Entdeckung des „gametic coupling“ von BATESON und PUNNETT: „.....würde z. B. die Tatsache, dass zwei Merkmale bei fortgesetzter Zucht immer gemeinsam auftreten oder gemeinsam verschwinden, mit grösster Wahrscheinlichkeit den Schluss zu ziehen erlauben, dass die Anlagen für diese beiden Merkmale in dem gleichen Chromosoma lokalisiert sind.“ Wenn wirklich die Anlagen, die bei dem Kreuzungsversuch selbständig nach der MENDELSchen Regel spalten, in den verschiedenen Chromosomen,

1) MORGAN (1910), S. 466.

2) MORGAN (1910), S. 468.

und diejenigen, die sich dabei immer gemeinsam verhalten, in einem und demselben Chromosom lokalisiert sind, so wird die Hypothese von DE VRIES überflüssig sein. Wie SPILLMANN¹⁾ schon betont, hatten wir bisher fast keine Angabe für Entscheidung dieser theoretischen Erwägungen. Neuerdings haben aber MORGAN und seine Kollegen bei *Drosophila ampelophila* umfangreiche Untersuchungen ausgeführt, die für unsere Frage sehr lehrreich sind. Sie haben konstatiert, dass über hundert Merkmale der verschiedenen Mutanten gruppenweise vererbt werden. Die Zahl der Gruppen stimmt mit der Zahl der Chromosomen überein. Diese Tatsache bekräftigt wesentlich die BOVERISCHE Meinung. TANAKA (1916) macht darauf aufmerksam, dass bei *Bombyx mori*, dessen haploide Zahl der Chromosomen 28 (YATSU) beträgt, nur einige Fälle, wo die Merkmale kettenweise vererbt wurden, gefunden worden sind, während bei *Drosophila* mit nur 4 Chromosomen diese kettenweise Vererbung der Merkmale vielmehr eine allgemeine Erscheinung ist. Das erlaubt uns also den Schluss zu ziehen, dass die Anlagen erblich sich selbständig verhalten, wenn sie in den verschiedenen Chromosomen lokalisiert sind, während sie kettenweise oder gruppenweise vererbt werden, wenn sie sich in einem und demselben Chromosom befinden. Diese Schlussfolge scheint beim ersten Anblick die DE VRIESsche Hypothese überflüssig zu machen. Die kettenweise Vererbung ist aber nicht immer vollständig. Es findet dort oft Überkreuzung statt. Auf Grund einer neuen, durch JANSSENS begründeten Darstellung der Chromosomenreifung, „Chiasmatype“, erklärt MORGAN diese Erscheinung mechanisch unter der Annahme, dass die Überkreuzung von Kernfäden an sich auch bei *Drosophila* in der meiotischen späteren Prophase stattfinden muss. Diese Erklärung steht auf cytologischer Basis und ist sehr leicht verständlich. Es bleibt aber doch zweifelhaft, ob die chiasmatische Chromosomenbildung im allgemeinen zu erkennen ist (vgl. BONNEVIE, 1911). Noch dazu besteht ein Parallelismus zwischen der Chiasmatype und der Individualität der Chromosomen nicht. Bei dem Falle,

1) MORGAN (1910), S. 468.

wo die Chiasmatype wirklich stattfindet, müssen wir die Individualität der Chromosomen in etwas lockerer Bedeutung verstehen, und wo die Chromosomen ihre Individualität im strengen Sinne fest bewahren, können wir selbst an die Möglichkeit der chiasmatischen Doppelchromosomenbildung nicht mehr denken. Wenn die Gestalt oder Grösse der homologen Chromosomen miteinander gleich ist, wie im allgemeinen der Fall ist, so kann man natürlich die durch das chiasmatische Verhalten hervorgerufene Formveränderung der Chromosomen nicht erkennen. Wenn dennoch, wie bei *Zea Mays*, eine Verschiedenheit der Länge zwischen den homologen oder entsprechenden Chromosomen vorhanden ist, so ist diese Formveränderung sehr leicht zu finden.

In dem Spiremstadium der Kernfäden wird allgemein angenommen, dass die gleichnamigen Anlagen in den gestreckten Fäden der homologen Chromosomen immer in derselben Reihenfolge liegen. Überkreuzen sich die Fäden miteinander, so können wir uns vorstellen, dass jedesmal die in dem Punkt der Überkreuzung der Fäden befindlichen Anlagen der beiden Fäden die gleichnamigen sein müssen. Wenn die Überkreuzung an dem Mittelpunkt der Chromosomen stattfindet, so genügt nur einmalige Überkreuzung schon die Länge der verschieden langen Komponentenchromosomen auszugleichen. Wenn der Punkt der Überkreuzung nicht in der Mitte der Chromosomen sich findet, so wird dann die mehrmalige Überkreuzung endlich auch denselben Erfolg hervorbringen, unter der Annahme, dass die gleichnamigen Anlagen der beiden Fäden immer einander gegenüber liegen. Wenn also die Überkreuzung in allen Chromosomen stattfinden muss, so wird es bei *Zea Mays* keinen morphologischen Unterschied der homologen oder entsprechenden Chromosomen geben, weil in dieser Pflanze beiderlei Chromosomen während vieler tausend Jahre im Bastardzustande in einer und derselben Zelle zusammengetreten sind. Das widerlegt aber die Tatsache. So ist bei *Zea Mays* die Erscheinung der Überkreuzung der Kernfäden, wenn sie wirklich stattfindet, nicht als allgemeine Erscheinung zu betrachten, sondern als eine solche, die nur auf einige bestimmte Chromosomen beschränkt ist. EAST (1915) äussert sich auf

Grund der DE VRIESschen Hypothese, dass die Erscheinung der Überkreuzung der bestimmten Merkmale auf der Brechung der Korrelation zwischen den Anlagen zurückzuführen ist. Diese Hypothese lässt die Deutung zu, dass die Chromosomen ihre morphologische Individualität gewissermassen festhalten können, da der Austausch der Anlagen hier nur auf die in Rede stehenden Anlagen beschränkt ist, und nicht die ganzen Chromosomen beeinflusst, wie bei der chiasmatischen Doppelchromosomenbildung. Nach dieser Hypothese kann man also die genannte Schwierigkeit wohl beseitigen, wonach die Überkreuzung in allen Chromosomen nicht allgemein stattfinden kann. Dies ist aber eine Hypothese ohne cytologische Basis.

In der Literatur finden wir vier Beispiele, wo die Merkmale von *Zea Mays* kettenweise vererbt werden.¹⁾ Von diesen ist nur das eine ein Fall von unvollständiger Koppelung,²⁾ die übrigen alle von vollständiger. Es zeigt sich also, dass bei *Zea* die Überkreuzung der Kernfäden, wenn sie wirklich ein Mechanismus der unvollständigen Koppelung ist, nur selten zum Vorschein kommen kann. Deswegen können wir unter der Annahme dieser Hypothese das Nochvorhandensein von Chromosomen der beiden Typen in den jetzigen Pflanzen verstehen. Kommt nun der Austausch von Anlagen wirklich nur dadurch zu Stande, dass der eine Teil der Chromosomen mit dem entsprechenden der anderen Chromosomen sich überkreuzt, so müssen wir dann die Verschmelzung der Kernfäden in dem Pachynema-Stadium als chemische Beeinflussung aufeinander, oder als Verjüngung der Chromosomen auffassen (vgl. MONTGOMERY, 1901. S. 223).

Wie oben erwähnt worden ist, steht die EASTsche Hypothese mit der Chromosomenindividualitätshypothese gewissermassen im Einklang, während die Lehre der Überkreuzung der Chromosomen, wenn die Überkreuzungsstelle nicht bestimmt ist, die Individualitätshypothese im strengen Sinne gründlich zerstören wird. Ist also die Überkreuzung der Chromosomen in der meio-

1) TANAKA (1913). S. 137 ff.

2) Hier ist „Repulsion“ als eine Art von Koppelung betrachtet, weil man die Repulsion zwischen z. B. A und B, mit anderen Worten die Koppelung zwischen A und b bezw. a und B ausdrücken kann.

tischen Prophase eine allgemeine Erscheinung, so müssen wir den Begriff der Individualität der Chromosomen etwas umändern. Wenn wir nun im allgemeinen die Individualität im strengen Sinne behaupten wollen, so müssen wir das in Betracht ziehen, was bei allen Fällen sich einheitlich verhält. Unter diesem Verständnis müssen wir den Ausdruck „Individualität der Chromosomen“ etwas locker deuten und uns nur darauf beschränken, seine Wichtigkeit auf die Zahl der einheitlichen Konstituenten der Chromosomen, wie z. B. die Chromomeren zu legen.

Wird man auch vorläufig die Ansicht der Überkreuzung der Chromosomen als ein Moment der Unvollständigkeit der kettenweisen Vererbung behaupten müssen, so kann doch die Möglichkeit des Austausches von Anlagen zwischen den elterlichen Chromosomen im Sinne DE VRIES' nicht ausgeschlossen sein.¹⁾

Die Frage über den Bestimmungsfaktor der Chromosomengestalt.

Eine bestimmte Art von Organismen führt Chromosomen von bestimmten Gestalten. Die Gestalt der einzelnen Chromosomen ist aber in den verschiedenen Chromosomen verschieden. Diese Gestaltdifferenz ist bei einigen so klein, dass man sie nur durch vorsichtige Beobachtung erst erkennen kann oder praktisch überhaupt nicht, während sie bei den anderen so auffallend ist, dass ein Blick schon genügt, sie klar zu erkennen. Bei diesen Differenzen handelt es sich aber einfach nicht nur um die Grösse oder Länge, sondern auch um die Gestalt, wie z. B. bei den hakenförmigen Chromosomen von *Strongylocentrotus lividus* oder bei den eingeschnürten Chromosomen von *Vicia Faba*. Die cytologischen Studien an Bastarden zeigen, dass diese Chromosomengestalt, oder im allgemeinen zu sprechen, die Integrität der Chromosomen nicht nur bei den bestimmten Arten bestimmt, sondern auch bei den bestimmten Chromosomen bestimmt

1) PLOUGHS (Jour. Exp. Zoology, Vol. 24, 1917) experimentelle Untersuchungen über "crossing-over" in *Drosophila* zeigen, dass es in dem Stadium der feinen Kernfäden stattfindet, und nicht im späteren Stadium, wo JANSSENS die Basis der Chiasmatype findet.

ist (BALTZER, ZOJA, FEDERLEY, u. a.). Dann erheben sich die Fragen: Wie ist die Gestalt der Chromosomen bestimmt, und wo lokalisieren die Faktoren dafür?

Die genetischen und cytologischen Studien zeigen, dass wenigstens die Faktoren für die MENDELSchen Charaktere in den Chromosomen sich finden, und ferner lassen sie auch die Annahme der linealen Anordnung der Faktoren in den Chromosomen zu. Bei der Erwägung der Lokalisation des Faktors für die Chromosomengestalt ist in erster Linie in Betracht zu ziehen, dass dieser Faktor, den man zuerst in demselben Sinne wie diejenigen für MENDELsche Charaktere verstehen will, auch in dem betreffenden Chromosom, dessen Gestalt man jetzt in Betracht zieht, lokalisieren würde. Der Mendelismus lehrt uns, dass in gewissen Fällen nur ein Faktor schon für die volle Entwicklung eines Charakters genügt, während in den anderen zwei oder noch mehr Faktoren dafür nötig sind. Jetzt haben wir vorausgesetzt, dass die Chromosomengestalt durch irgend einen Faktor oder Faktoren bestimmt ist; doch wissen wir natürlich nichts darüber, wie viele Faktoren dafür erforderlich sind. Auf jeden Fall, sei nun ein Faktor schon genug, seien zwei oder noch mehr nötig, findet aber dann keine vollständige Äusserung des Charakters statt, wenn der Faktor oder irgend einer der Faktoren durch irgend eine Ursache ausser Funktion gesetzt oder verloren wird. Nimmt man nun also an, dass der Faktor für Chromosomengestalt mit den Faktoren für MENDELsche Charaktere zusammen in dem Chromosom lineal angeordnet lokalisiert ist, so wird man auf eine Schwierigkeit treffen, in dem Falle, wenn die Chromosomen quergeteilt worden sind.

Es wird heute wohl allgemein angenommen, dass die Chromosomen quergeteilt werden und dieser Zustand erblich fixiert werden kann. STRASBURGER (1910, S. 40) äussert sich, dass „wo auch sonst Kerne mit verschiedenen grossen Chromosomen uns entgentreten, dies durch phylogenetisch fixierte Querteilung eines Teiles dieser Chromosomen bedingt sei.“ Denkt man nun also den Bestimmungsfaktor der Chromosomengestalt wie oben erwähnt, so wird man zunächst zu dem Gedanken gezwungen, dass das eine Stück des Chromosoms den Faktor für die Chro-

mosomengestalt vollständig enthalten kann, während das andere gänzlich frei davon ist, oder dass die beiden Stücke ebenfalls nur eine unvollständige Reihe der Faktoren führen können.

Es ist wohl leicht verständlich, dass nicht alle der sämtlichen Bestandteile der Chromosomen, welche wir durch das Mikroskop klar sehen können, erblich wichtige Substanz repräsentieren, wenn man das Verhalten der Chromosomen in dem ganz im Ruhestadium befindlichen Kern betrachtet, in dem wir nur geringe Menge von färbbarer Substanz finden. STRASBURGER (1905. S. 12 u. Bonner Lehrbuch XI. Aufl. S. 71) versteht die Grundsubstanz des Gerüstwerkes, aus welchem die Chromosomen durch Zusammenziehung sich sondern, zum grössten Teile nur als Nährsubstanz. Auf Grund des Tinktionsverhältnisses äussert er sich weiter, dass „die geformten Einschlüsse, deren stärkere Tingierbarkeit wir annehmen, sehr klein sein müssten und so bedeutend an Masse gegen die Menge der Substanz des Gerüstwerkes zurückstehen, dass sich ihr Einfluss bei der Färbung noch immer nicht merklich geltend macht.“ Die Grösse oder die Gestalt der Chromosomen muss im direkten Verhältnisse von der Menge dieser Grundsubstanz abhängig sein. Wenn es also einen Faktor oder Faktoren für Chromosomengestalt oder -grösse gibt, so muss man schliessen, dass diese Faktoren auch die Menge dieser Substanz bestimmen. Folglich muss das quergeteilte Chromosomenstück, in welchem alle Faktoren für Chromosomengestalt sich vollständig lokalisieren, durch die Funktionen der Faktoren in die originale Gestalt der Chromosomen wieder hergestellt werden. Hat nun das Chromosom wirklich eine Regenerationsfähigkeit? Haben die Chromosomen solche Fähigkeit, so geht das mit der Ansicht von STRASBURGER u. a., welche die Möglichkeit der erblich fixierten Querteilung der Chromosomen annehmen, nicht parallel. Tatsächlich habe ich auch bei den überzähligen oder quergeteilten Chromosomen von bestimmten Individuen von *Zea Mays* konstatiert, dass sie immer als solche bleiben, welche die partielle Form der originalen Gestalt vollständig beibehalten. Es zeigt sich also, dass es den Chromosomen an Regenerationsfähigkeit mangelt. Auf der anderen Seite muss das andere Stück, welches den oder

alle die Faktoren für Chromosomengestalt nicht oder nur unvollständig enthält, nach dem physikalischen Verhältnisse zwischen der Chromosomensubstanz und dem Kernsaft eine Umänderung der Gestalt erleiden. Die Tatsache bei *Zea Mays* zeigt abermals, dass das nicht geht. Die beiden Stücke behalten immer ihre partielle originale Form bei, so dass die Summe der Länge der Chromosomenstücke mit der Länge des originalen Chromosoms übereinstimmt. Also stimmt die Annahme, dass der oder die Faktoren für die Chromosomengestalt mit den MENDELSchen Faktoren zusammen in dem Chromosom eine lineale Anordnung nehmen, mit den Tatsachen nicht überein.

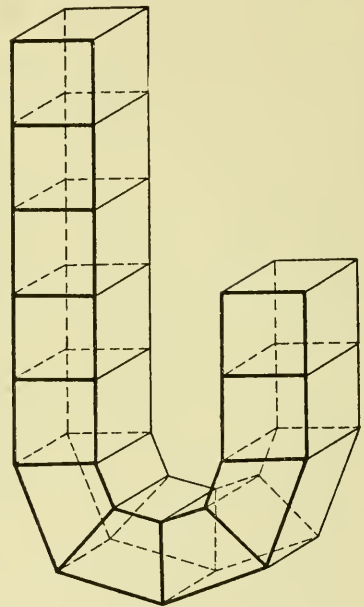
Die Äusserung der somatischen Charaktere des F_1 -Bastardes ist gewöhnlich einseitig oder intermediär zwischen den der Eltern. Ganz anders verhält es sich aber bei der Chromosomengestalt. Bei der letzteren ist sie weder intermediär noch einseitig. Wir finden immer die beiden Gestalten der Chromosomen der Eltern selbständig in einer und derselben Zelle zugleich. Wir haben recht viele Beispiele hierfür, wie z. B. bei den haken- oder stäbchenförmigen Chromosomen von gewissen Seeigeln oder den verschiedenen langen Chromosomen der beiden Varietäten von *Ascaris megalocephala*. Der Fall der von FEDERLEY (1913) eingehend studierten Schmetterlingsbastarde gibt auch einen kräftigen Beweis für die Unveränderlichkeit der Chromosomenintegrität in dem Bastardzustande. Diese Tatsachen drängen uns zur Ansicht, dass die Wirkungen der Gestaltfaktoren der Chromosomen nur auf die Chromosomen selbst beschränkt sind, und nicht im Cytoplasma eintreten, wie man im Falle der MENDELSchen Faktoren annimmt. So müssen wir schliesslich wieder den Sitz der Bestimmungsfaktoren der Chromosomengestalt innerhalb der Chromosomen suchen. Die Annahme der Faktorenlokalisation im Sinne wie bei den MENDELSchen Faktoren, d.h. die qualitativ-ungleichmässige Verteilung der Faktoren in den Chromosomen stimmt aber, wie eben näher erörtert worden ist, mit den Tatsachen nicht überein. Schliesslich muss man also annehmen, dass die Chromosomen ein zusammengesetzter Körper von Einheiten einer niederen Ordnung, d.h. solchen wie Chromomeren sind, und dass

die Chromosomengestalt durch die Chromomerengestalt und Affinität zwischen jedem Chromomer bestimmt wird. Wenn man also die Faktoren für die Chromosomengestalt annehmen will, so muss man es so verstehen, dass sie in jedem Chromomer lokalisiert sein müssen.

Zur Bestimmung der Chromosomengestalt gibt es also drei kausale Beziehungen: 1) Der individuelle Unterschied der Chromomerengestalt. 2) Zahl der Chromomeren. 3) Affinität zwischen individuellen Chromomeren. Setzen wir z.B. voraus, dass alle Chromomeren eine kubische Gestalt annehmen, so haben wir ein stäbchenförmiges Chromosom. Wenn dagegen nur eine

Anzahl von Chromomeren kubisch sind, während die übrigen Chromomeren eine solche Gestalt annehmen, bei welcher ihre zwei gegenseitig parallel laufenden Flächen von Trapezoidform sind, die übrigen vier Flächen rechtwinkelig bleibend, und wenn die Chromomeren von der letztgenannten Gestalt alle in derselben Richtung sich anordnen, indem die nicht parallel laufenden Flächen mit denjenigen der benachbarten Chromomeren in Kontakt kommen, so muss das Chromosom hakenförmig sein, wie bei Textfig. 4 ersichtlich ist. Dann müssen wir so viele Faktoren wie die Zahl der Chromomeren, in denen wenigstens je ein Faktor lokalisiert, annehmen.

Die in einem beliebigen Punkt quergeteilten Chromosomen müssen nach dieser Ansicht ihre originale partielle Gestalt beibehalten, wie *Zea Mays* dazu ein Beispiel bietet, und wenn die Faktoren des *a*- oder zwei aufeinanderfolgender *a*- und *b*-Chromomeren eine Veränderung erleiden, welche eine Einschnürung der Chromosomen verursachen wird, so muss der Einschnürungsort der Chromosomen ein bestimmter sein, wie wir als



Textfig. 4.

Erklärung im Text.

Beispiel hierfür das *m*-Chromosom von *Vicia Faba* (SAKAMURA 1915) finden.

Unter diesem Verständnis des Bestimmungsfaktors der Chromosomengestalt kann man unseren Fall des Chromosomenverhaltens in den Bastarden zwischen den verschieden chromosomenzähligen Pflanzen von *Zea Mays* leicht verstehen.

Nun wollen wir uns eine neue Pflanze vorstellen, welche von ihren originalen Pflanzen dadurch abweicht, dass ihre Chromosomenzahl durch Querteilung von bestimmten Chromosomen über die normale sich vermehrt. Kreuzen sich diese normal- und überzählig-chromosomigen Pflanzen miteinander, wie viele Gemini gibt es bei der meiotischen Kernteilung von diesen F_1 -Pflanzen? Wir haben hier drei denkbare Fälle: 1) Die quergeteilten Stücke des Chromosoms bilden scheinbar nur einen Geminus mit dem originalen, wenn die Chromomerenaffinität in dem bestimmten Punkt, worin die Querteilung des Chromosoms bei der neuen Pflanze ausgefallen ist, bei dem originalen also nicht quergeteilten Chromosom so hinlänglich ist, dass sie die quergeteilten Chromosomenstücke durch Zusammenwirkung mit der sexuellen Affinität zwischen den entsprechenden Teilen des Chromosoms so nahe kommen lässt, dass die Stücke irrtümlich als ein ganzes Chromosom angenommen werden. 2) Die quergeteilten Stücke des Chromosoms bilden so viele Gemini mit dem originalen wie die Zahl der Stücke, wenn die Chromomerenaffinität in den betreffenden Punkten bei dem originalen Chromosom nicht so stark ist, dass sie die durch sexuelle Affinität ausgebildeten Chromosomenpaarlinge aus diesen Chromosomenstücken und den entsprechenden Teilen des originalen Chromosoms als einen ganzen Geminus zum Vorschein bringen kann. 3) Wenn die Chromomerenaffinität nicht so schwach ist, dass immer so viele Gemini wie die Zahl der Chromosomenstücke erfolgen, sondern nur so stark, dass bisweilen ein scheinbarer ganzer Geminus zum Vorschein gebracht werden kann, so haben wir einen gemischten Fall von den oben erwähnten zwei Fällen. Bei *Zea Mays* verhalten sich die Chromosomen wie bei dem ersten Fall, wenn die nicht quergeteilten Chromosomen die aus einer Art von *Andropogoneae* abstammenden sind, und wie

bei dem dritten Fall, wenn sie die von *Euchlaena* abgeleiteten sind. Bei dem ersten Fall müssen sich die Chromosomenzahlen in der F_2 -Generation einfach nach dem MENDELSchen Gesetz verhalten.¹⁾ Bei dem zweiten Fall ist die Sache etwas anders, und der Erfolg ist sehr kompliziert. Bei diesem Fall verhalten sich die Stücke meistens ganz unabhängig voneinander, und man kann diesen Fall im gewissen Sinne als eine Art der Erscheinung des „crossing-over“ ansehen. Die Chromosomenzahlen verhalten sich hier auch wesentlich nach dem MENDELSchen Gesetz; nur machen die sekundären Ursachen den Erfolg sehr kompliziert, was wir schon näher erörtert haben.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden unter der Leitung des Herrn Prof. Dr. K. FUJII ausgeführt. Es sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Während der letzten vier Jahre sind mir von Sr. Exzellenz Marquis YOSHICHIKA TOKUGAWA in hochherzigster Weise die Mittel gewährt worden, diese Untersuchungen durchzuführen, und es drängt mich, Sr. Exzellenz auch an dieser Stelle meinen tiefst gefühlten Dank abzustatten. Den verschiedenen Herren, die mir freundlichst Materialien geliefert haben, bin ich auch zu grossem Dank verpflichtet.

1) Hierbei ist angenommen, dass keine Nachwirkung des ganzen Chromosoms auf die Chromosomenstückchen existiert.

Literaturverzeichnis.

- Arber, A.** (1914), On Root Development in *Stratiotes aloides* L. with Special Reference to the Occurrence of Amitosis in an Embryonic Tissue. Reprint from the Proceed. Camb. Philos. Soc. XVII.
- Baltzer, E.** (1910), Über die Beziehung zwischen dem Chromatin und der Entwicklung und Vererbungsrichtung bei Echinodermenbastarden. Arch. f. Zellforsch. V.
- Bartlett, H. H.** (1915), The Experimental Study of Genetic Relationships. Ann. Jour. Bot. II.
- Bateson, W.** (1913), MENDEL'S Principles of Heredity. Cambridge.
- Bonnevie, K.** (1911), Chromosomenstudien III. Chromatinreifung in *Allium cepa* (♂). Arch. f. Zellforsch. VI.
- Boveri, Th.** (1904), Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Jena.
- Cannon, W. A.** (1908), Studies in Plant Hybrids. The Spermatogenesis of Hybrid Cotton. Bull. Torrey Bot. Club. XXX.
- Carothers, E. E.** (1913), The MENDELIAN Ratio in Relation to Certain Orthopteran Chromosomes. Jour. of Morph. XXIV.
- Collins, G. N.** (1912), The Origin of Maize. Jour. Wash. Acad. Sciences. II.
- Conklin, E. G.** (1905), The Mutation Theory from the Standpoint of Cytology. Science N. S. XXI.
- (1915), Heredity and Environment in the Development of Men. London.
- Correns, C.** (1901), Bastarde zwischen Maisrassen, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien. Bibliotheca Botanica. LIII.
- (1912), Die neuen Vererbungsgesetze. Berlin.
- Delaunay, L.** (1915), Etude comparée caryologique de quelques espèces du genre *Muscari* Mill. Extrait des Memoires de la Société des Naturalistes de Kiew, V. XXV.
- Digby, L.** (1911), The Somatic, Premeiotic, and Meiotic Nuclear Divisions of *Gartonia candicans*. Ann. of Bot. XXV.
- (1912), The Cytology of *Primula kewensis* and of Other Related *Primula* Hybrids. Ann. of Bot. XXVI.
- East, E. M.** (1915), The Chromosome View of Heredity and its Meaning to Plant Breeders. Am. Nat. XLIX.
- Federley, H.** (1913), Das Verhalten der Chromosomen bei der Spermatogenese der Schmetterlinge *Pygaera anachoreta*, *cutula*, und *pigra* sowie einiger ihrer Bastarde. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererb. IX.
- Frank, W. J.** (1911), Somatische Kern- und Celdeeling en microsporogenese bij het suikerriet. Diss. Delft, Amsterdam. (Ref. Bot. Centralbl. Bd. 120. S. 644).
- Fraser, H. C. I.** (1908), Contributions to the Cytology of *Humaria rutilans*. Ann. of Bot. XXII.
- Fruwirth, C.** (1914), Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. B.I. I.

- Fujii, K. and Kuwada, Y.** (1916), On the Compositions of Factorial Formulae for Zygoten in the Study of Inheritance of Seed-Characters of *Zea Mays* L. with Notes on Seed Pigments. Bot. Mag. Tokyo. XXX.
- Gates, R. R.** (1907), Hybridization and Germ Cells of *Oenothera* Mutants. Bot. Gaz. XLIV.
- (1908), A Study of Reduction in *Oenothera rubrinervis*. Bot. Gaz. XLVI.
- (1909), The Behaviour of the Chromosomes in *Oenothera lutea* × *Oe. gigas*. Bot. Gaz. XLVIII.
- (1915), The Mutation Factor in Evolution. London.
- (1915), Heredity and Mutation as Cell-Phenomena. Am. Jour. Bot. II.
- Gates, R. R. and Thomas, N.** (1914), A Cytological Study of *Oenothera mut. lutea* and *Oe. mut. semilata* in Relation to Mutation. Quart. Jour. Microsc. Sci. LIX.
- Geerts, J. M.** (1911), Cytologische Untersuchungen einiger Bastarde von *Oenothera gigas*. Berichte d. d. bot. Gesellsch. XXIX.
- Goldschmidt, R.** (1913), Cytologische Untersuchungen über Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes (**Correns-Goldschmidt**, Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes. Leipzig).
- Gregory, R. P.** (1914), On the Genetics of Tetraploid Plants in *Primula sinensis*. Reprint from the Proceed. Royal Society. B. LXXXVII.
- Häcker, V.** (1911), Allgemeine Vererbungslehre. Braunschweig.
- Heider, K.** (1906), Vererbung und Chromosomen. Jena.
- Ikeda, T.** (1902), Studies in the Physiological Functions of Antipodals and the Phenomena of Fertilization in Liliaceae. I. *Tricyrtis hirta*. Bull. Coll. Agr. Tokyo Imp. Univ. V.
- Ilitis, H.** (1911), Über einige bei *Zea Mays* L. beobachtete Atavismen, ihre Verursachung durch den Maisbrand, *Ustilago Maydis* D. C. (Corda) und über die Stellung der Gattung *Zea* im System. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbl. V.
- Ishikawa, M.** (1916), A List of the Number of Chromosomes. Bot. Mag. Tokyo. XXX.
- Jost, L.** (1907), Über die Selbsterilität einiger Blüten. Bot. Zeit. LXV.
- Juel, H. O.** (1900), Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. XXXV.
- (1905), Die Tetradenteilungen bei *Taraxacum* und anderen Cichorieen. Kungl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handlingar. XXXIX.
- Katsuki, K.** (1914), Materialien zur Kenntnis der quantitative Wandlungen des Chromatins in den Geschlechtszellen von *Ascaris*. Arch. f. Zellforsch. XIII.
- Kuwada, Y.** (1910), A Cytological Study of *Oryza sativa* L. Bot. Mag. Tokyo. XXIV.
- (1911), Meiosis in the Pollen-Mother-Cells of *Zea Mays* L. Bot. Mag. Tokyo. XXV.
- (1915), Über die Chromosomenzahl von *Zea Mays* L. Bot. Mag. Tokyo. XXIX.
- Lewis, J. F.** (1909), The Life-History of *Griffithia Bonnetiana*. Ann. of Bot. XXIII.
- Lock, K. H.** (1909), Studies in Plant Breeding in the Tropics III. Experiments with Maize. Ann. Roy. Bot. Gardens, Peradeniya. III.

- Loeb, J.** (1912), The Mechanic Conception of Life. Chicago.
- Lotsy, J. P.** (1916), Evolution by Means of Hybridization. Hague.
- Lundegårdh, H.** (1910), Über Kernteilung in den Wurzelspitzen von *Allium cepa* und *Vicia Faba*. Svensk Botanisk Tidskrift. IV.
- (1912), Chromosomen, Nukleolen und die Veränderung im Protoplasma bei der Karyokinese. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. XI.
- (1914), Zur Mechanik der Kernteilung. Svensk Bot. Tidsk. VIII.
- Lutz, M. A.** (1916), The Production of (14+1)-Chromosome Mutants by 14-Chromosome *Oenothera Lamarckiana*. Science N. S. XLIII.
- Miyaji, Y.** (1913), Untersuchungen über die Chromosomenzahlen bei einigen *Viola*-Arten (Japanisch). Bot. Mag. Tokyo. XXVII.
- Moenkhaus, W. J.** (1904), The Development of the Hybrids between *Fundulus heteroclitus* und *Menidia notata* with Especial Reference to the Behavior of the Maternal and Paternal Chromatin. Am. Jour. Anat. III.
- Montgomery, Th. H.** (1901), A Study of Chromosomes of the Germ-Cells of Metazoa. Transact. Amer. Philosoph. Soc. 1901.
- Morgan, T. H.** (1910), Chromosomes and Heredity. Am. Nat. XLIV.
- (1915), The Constitution of the Hereditary Material. Proceed. Am. Philosoph. Soc. LIV.
- Morgan, T. H., Sturtevant, A. H., Muller, H. J. and Bridges, C. B.** (1915), The Mechanism of Mendelian Heredity. New York.
- Mottier, D. M.** (1914), Mitosis in the Pollen Mother-Cells of *Acer Negundo*, L. and *Staphylea trifolia*, L. Arch. f. Zellforsch. XXVIII.
- Muller, C. H. A.** (1910), Über karyokinetische Bilder in den Wurzelspitzen von *Yucca*. Jahrb. f. wiss. Bot. XLVII.
- (1912), Kern-Studien an Pflanzen I u. II. Arch. f. Zellforsch. VIII.
- Nakao, M.** (1911), Cytological Studies on the Nuclear Division of the Pollen Mother Cells of some Cereals and their Hybrids. Jour. Coll. Agr. Tohoku Imp. Univ. IV.
- Némec, B.** (1904), Über die Einwirkung des Chloralhydrats auf die Kern- und Zellteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. XXXIX.
- (1906), Über die Bedeutung der Chromosomenzahl. Bull. internat. de l'Academie d. Sci. de Bohême. X.
- Osawa, I.** (1915), 桑ノ品種ニ依ル葉ノ解剖的差異ニ就テ (Über die anatomische Verschiedenheit der Blätter bei den verschiedenen Rassen von Maulbeerbäumen). 蠶業試験場報告第一卷第一號 (The Bull. Imp. Sericult. Exp. Stat. Japan. Vol. 1. No. 1).
- (1916), 桑ニ關スル細胞學的並ニ實驗的研究 (Cytologische und Experimentelle Studien an Maulbeerbäumen). 蠶業試験場報告第一卷第四號 (The Bull. Imp. Sericult. Exp. Stat. Japan. Vol. 1. No. 4).
- Ostenfeld, C. H.** (1910), Further Studies on the Apogamy and Hybridization of the Hieracia. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbl. III.
- Reed, J.** (1914), The Nature of the Double Spirem in *Allium cepa*. Ann. of Bot. XXVIII.

- Robertson, W. R. B.** (1915), Chromosome Studies. III. Inequalities and Deficiencies in Homologous Chromosomes: Their Bearing upon Synapsis and the Loss of Unit Characters. Jour. Morph. XXVI.
- Rosen, E.** (1896), Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzellen. III. Kerne und Kernkörperchen in meristematischen und sporogenen Geweben. COHN's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. VII.
- Rosenberg, O.** (1903), Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze. Berichte d. d. bot. Gesellsch. XXI.
- (1908), Cytological Studies on the Apogamy in *Hieracium*. Bot. Tidssk. XXVIII.
- (1909₁), Cytologische und morphologische Studien an *Drosera longifolia* × *rotundifolia*. Kungl. Svensk. Vet. Handl. Upsala u. Stockholm. XLIII.
- (1909₂), Zur Kenntnis von den Tetradenteilungen der Compositen. Svensk. Bot. Tidsk. III.
- Sakamura, T.** (1915), Über die Einschmürung der Chromosomen bei *Vicia Faba* L. Bot. Mag. Tokyo. XXIX.
- (1916), Über die Beeinflussung der Zell- und Kernteilung durch die Chloralisierung mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen. Bot. Mag. Tokyo. XXX.
- Sierp, H.** (1913), Über die Beziehungen zwischen Individuengrösse, Organgrösse und Zellengrösse, mit besonderer Berücksichtigung des erblichen Zwergwuchses. Jahrb. f. wiss. Bot. LIII. (Ref. Zeitschr. f. Bot. VII. H. 2, 1914, S. 179)
- Stevens, N. E.** (1912), Observations on Heterostylous Plants. Bot. Gaz. LIII.
- Strasburger, E.** (1886), Über fremdartige Bestäubung. Jahrb. f. wiss. Bot. XIII.
- (1905), Die stofflichen Grundlagen der Vererbung im organischen Reich. Jena.
- (1906), Typische und allotypische Kernteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. LXII.
- (1907), Über die Individualität der Chromosomen und die Pfropfhybriden-Frage. Jahrb. f. wiss. Bot. XLIV.
- (1909), Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts, Apogamie, Parthenogenesis und Reduktionsteilung. Histolog. Beiträge VII.
- (1910₁), Sexuelle und apogame Fortpflanzung bei Urticaceae. Jahrb. f. wiss. Bot. XLVII.
- (1910₂), Chromosomenzahl. Separatabdruck aus Flora Bd. 100.
- Strasburger, Jost, Schenck, Karsten** (1911), Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 11. Aufl. Jena.
- Tahara, M.** (1910), Über die Zahl der Chromosomen von *Crepis japonica* BENTH. Bot. Mag. Tokyo. XXIV.
- (1915), Cytological Investigation on the Root-tips of *Helianthus annuus* with Special Reference to the Behavior of the Nucleolus (Japanisch). Bot. Mag. Tokyo. XXIX.
- Tahara, M. and Ishikawa, M.** (1911), The Number of Chromosomes of *Crepis lanceolata* var. *platyphyllum*. Bot. Mag. Tokyo. XXV.
- Takamine, N.** (1916), Über die ruhenden und die präsynaptischen Phasen der Reduktionsteilung. Bot. Mag. Tokyo. XXX.

- Tanaka, Y.** (1913), Gametic Coupling and Repulsion in the Silkworm, *Bombyx mori*. Jour. Coll. Agr. Tohoku Imp. Univ. V.
- (1916), Gametic Studies on the Silkworm. Jour. College Agr. Tohoku Imp. Univ. VII.
- Tennent, D. H.** (1910), The Dominance of Maternal or of Paternal Characters in Echinoderm Hybrids. Arch. f. Entwickl.-Mechanik. XXIX.
- Tischler, G.** (1906), Über die Entwicklung der Sexualorgane bei einem sterilen *Bryonia*-Bastard. Berichte d. d. bot. Gesellsch. XXIV.
- (1908), Zellstudien an sterilen Pastardpflanzen. Arch. f. Zellforsch. I.
- (1910), Untersuchungen über die Entwicklung des Bananen-Pollens. I. Arch. f. Zellforsch. V.
- Tokugawa, Y.** (1914), Zur Physiologie des Pollens. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo. XXXV.
- Vejdovský, F.** (1911–1912), Zum Problem der Vererbungsträger. Prag.
- de Vries, H.** (1903), Mutationstheorie. II. Leipzig.
- (1903), Befruchtung und Bastardierung. Leipzig.
- (1907), Plant Breeding. Chicago.
- (1913), Gruppenweise Artbildung. Berlin.
- (1915), The Coefficient of Mutation in *Oenothera biennis* L. Bot. Gaz. LIX.
- Wager, H.** (1904), The Nucleolus and Nuclear Division. Ann. of Bot. XVIII.
- Weismann, A.** (1893), The Germ-Plasm (Translated by W. N. Parker) London.
- (1913), Vorträge über Deszendenztheorie. Jena.
- Went, (1887)**, Beobachtungen über Kern- und Zellteilung. Ber. d. d. bot. Gesellsch. V.
- Williams, J. L.** (1904), Studies in the Dictyotaceae, I & II. Ann. of Bot. XVIII.
- Wilson, E. B.** (1909), Studies on Chromosomes. V. The Chromosomes of *Metapodius*. A Contribution to the Hypothesis of the Genetic Continuity of Chromosomes. Jour. Exp. Zoölogy. VI.
- Yamaguchi, Y.** (1916), Über das Auftreten der Verbänderung bei *Pharbitis hederacea* CHOIS. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo. XXXIX.
- Zade** (1914), Serologische Studien an Leguminosen und Gramineen. Zeitschr. f. Pflanzenzücht. II.

Erklärung der Tafelabbildungen.

Sämtliche Figuren sind unter Benutzung eines ABBESchen Zeichenapparates und einer Zeiss' apochr. Immersion (2 mm, N. A. 1,30) und Komp. Okular 18 gezeichnet. Für das Studium der Details wurde gewöhnlich Okular 4 benutzt. Alle Figuren sind hier auf 4/5 der originalen Vergrössung ca. $\times 2750$ reduciert.

Tafel I.

[Fig. 1–32. Kerne oder Chromosomen in den Pollen-Mutterzellen.]

- Fig. 1. „Early Eight Sugar Corn.“ Präsynapsis.
 Fig. 2. Ein roter Zuckermais. Anfang der Synapsis.
 Fig. 3. „Early Eight Sugar Corn.“ Synapsis.
 Fig. 4. Roter Zuckermais. Spirem.
 Fig. 5. Roter Zuckermais. Segmentierung der Spiremfäden.
 Fig. 6. Roter Zuckermais. Frühes Stadium der Diakinese. Ein Teil der Fäden noch im Begriffe sich zu segmentieren.
 Fig. 7–10. Pflanze Nr. 62₍₁₅₎ („Black Mexican“).
 Fig. 7. Diakinese. M, ein grosser Geminus mit Erscheinung der verdoppelten Gemini; s, ungepaartes Chromosom.
 Fig. 8. M-Geminus aus der anderen Pollen-Mutterzelle.
 Fig. 9a–b. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Metaphase.
 Fig. 10a–b. Ditto. Anaphase.
 Fig. 11–19. „Sugar Corn.“
 Fig. 11. Ein Stück des Kerns in Diakinese mit 3 Gemini, von denen die Komponenten des einen von einander entfernt bleiben. Das andere Stück besitzt 9 Gemini, also sämtlich 12 Gemini.
 Fig. 12a–b. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Multipolarspindel-Stadium mit 12 Gemini und einem Nucleolus.
 Fig. 13. Pollen-Mutterzelle. Kern in Diakinesestadium mit 12 Gemini und zwei Nucleolen. Ein grosser Geminus ist durch das Messer in das Cytoplasma verschoben worden.
 Fig. 14a–b–c. Drei aufeinanderfolgende Schnitte. Diakinese mit 10 Gemini und einem Nucleolus.
 Fig. 15a–b. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Dieselben mit 11 Gemini und einem Nucleolus.
 Fig. 16a–b. Ditto. Multipolarspindel-Stadium mit 13 Elementen und einigen zerkleinerten Nucleolen.
 Fig. 17a–b. Ditto. Dasselbe mit 14 Elementen.
 Fig. 18a–b. Ditto. Homöotypische Spindel (vor dem Kernplatten-Stadium) mit 12 Chromosomen und einem Nucleolus.
 Fig. 19. Chromosomen in Anaphase der homöotypischen Kernteilung. 12 Chromosomen deutlich. Nur eine Garnitur der Chromosomen abgebildet.

Fig. 20–22. „Black Starch.“

Fig. 20. Multipolarspindel-Stadium. 10 Gemini und ein kleiner Nucleolusrest.

Fig. 21. Bipolarspindel-Stadium vor dem Kernplatten-Stadium. 10 Gemini.

Fig. 22a–b. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Ditto.

Fig. 23. „Black Mexican.“ Diakinese.

Fig. 24a–b. „Amber Rice Pop Corn.“ Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Frühe Metaphase mit 10 Gemini.

Fig. 25–27. „Sugar Corn“ \times „Black Starch“ F_1 .

Fig. 25. Diakinese mit 10 Gemini und einem Nucleolus.

Fig. 26. Multipolarspindel-Stadium mit 10 Gemini.

Fig. 27. Kernplatte mit 11 Gemini.

Fig. 28–29. „Sugar Corn“ \times „Black Starch“ F_2 .

Fig. 28. Aus dem weiss-runzligen Korn. Multipolarspindel-Stadium mit 10 Gemini.

Fig. 29a–b. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Aus dem blau-runzligen Korn. Ditto.

Fig. 30–32. „Amber Rice Pop Corn“ \times „Sugar Corn“ F_1 .

Fig. 30. Diakinese mit 12 Gemini und einem Nucleolus.

Fig. 31a–b. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Ditto. Die beiden Glieder eines Geminus, sehr weit voneinander getrennt bleibend (b).

Fig. 32. Multipolarspindel-Stadium mit 12 Gemini und einem Nucleolus.

Tafel II.

[Fig. 33–43, 52, 53, 55, 62–64. Chromosomen in den Pollen-Mutterzellen.
Fig. 44–51, 54, 57–61. Chromosomen in den Wurzelspitzen. Fig. 56. Chromosomen in der Embryosack-Mutterzelle.]

Fig. 33–37. „Amber Rice Pop Corn“ \times „Sugar Corn“ F_1 .

Fig. 33a–b. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Multipolarspindel-Stadium mit 12 Gemini und einem Nucleolus.

Fig. 34a–b–c. Drei aufeinanderfolgende optische Schnitte in der Anaphase der heterotypischen Kernteilung. Die 12 sich voneinander trennenden Chromosomen deutlich sichtbar. Bei einigen die Längsteilung auffallend.

Fig. 35a–b. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Ditto in Polansicht. a ist der erste Schnitt mit 11 Chromosomen, b der zweite mit 13 Chromosomen.

Fig. 36. Telophase derselben in Polansicht. Bei allen 12 Chromosomen die Längsteilung deutlich.

Fig. 37. Polansicht der homöotypischen Kernplatte. 12 Chromosomen deutlich.

Fig. 38. „Amber Rice Pop Corn“ \times „Sugar Corn“ F_2 . Aus dem glatten Korn. Multipolarspindel-Stadium mit 11 Gemini.

Fig. 39–41. „Amber Rice Pop Corn“ \times „Black Mexican“ F_1 .

Fig. 39. Kern in Diakinese mit 4 Gemini, von denen der eine (m) quersegmentiert. Der zweite Schnitt besitzt 6 Gemini, also sämtlich 10 Gemini.

Fig. 40. Multipolarspindel-Stadium mit 10 Gemini und einem Nucleolus.

Fig. 41a–b. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Frühe Metaphase mit 10 Gemini.

Fig. 42. Die Gemini nach der Form und Grösse geordnet.

- a. „Amber Rice Pop Corn“ \times „Sugar Corn.“ 12 Gemini.
- b. „Sugar Corn.“ 11 Gemini.
- c. Ditto. 12 Gemini.
- d. „Black Starch.“ 10 Gemini.
- e. „Sugar Corn“ \times „Black Starch“ F_1 . 10 Gemini.
- f. Ditto. 11 Gemini.
- g. „Sugar Corn“ \times „Black Starch“ F_2 (Körner weiss-runzlig). 10 Gemini.
- h. Ditto (Körner blau-runzlig). 10 Gemini.

Fig. 43. „Amber Rice Pop Corn“ \times „Black Mexican“ F_1 . 10 Chromosomen in Polansicht der homöotypischen Spindel.

Fig. 44. „Sugar Corn“ \times „Black Starch“ F_1 , Kolbe Nr. 1. 20 Chromosomen.

Fig. 45. Ditto. Kolbe Nr. 2. 21 Chromosomen.

Fig. 46. Ditto. „ „ 22 „

Fig. 47. „Sugar Corn.“ 20 Chromosomen.

Fig. 48. Ditto. 22 „

Fig. 49. „Black Mexican“ \times „Black Starch“ F_1 . 22 Chromosomen.

Fig. 50. Pflanze Nr. 62₍₁₅₎ („Black Mexican“). 23 Chromosomen.

Fig. 51. „Black Mexican.“ 24 Chromosomen.

Fig. 52. Balgmais. Multipolarspindel-Stadium. Spindelfasern nicht abgebildet. 10 Gemini.

Fig. 53. Pollen-Mutterzelle von *Euchlaena* aus Süd-Florida. 10 Gemini und zwei kleine Nucleolarreste vorhanden.

Fig. 54. *Euchlaena* aus Süd-Florida. 20 Chromosomen.

Fig. 55. Ein Bastard zwischen *Euchlaena* und *Zea*. Kern in Diakinese mit 10 Gemini und einem Nucleolus.

Fig. 56a-b. *Andropogon Sorghum* var. *vulgaris*. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Kern in Diakinese mit 10 Gemini und einem Nucleolus (Embryosack-Mutterzelle).

Fig. 57. *Andropogon Sorghum* var. *obovatus*. 20 Chromosomen.

Fig. 58. *Andropogon Nardus* L. var. *Georgii* HACK. 20 Chromosomen.

Fig. 59. *Ischaemum antheophoroides*.

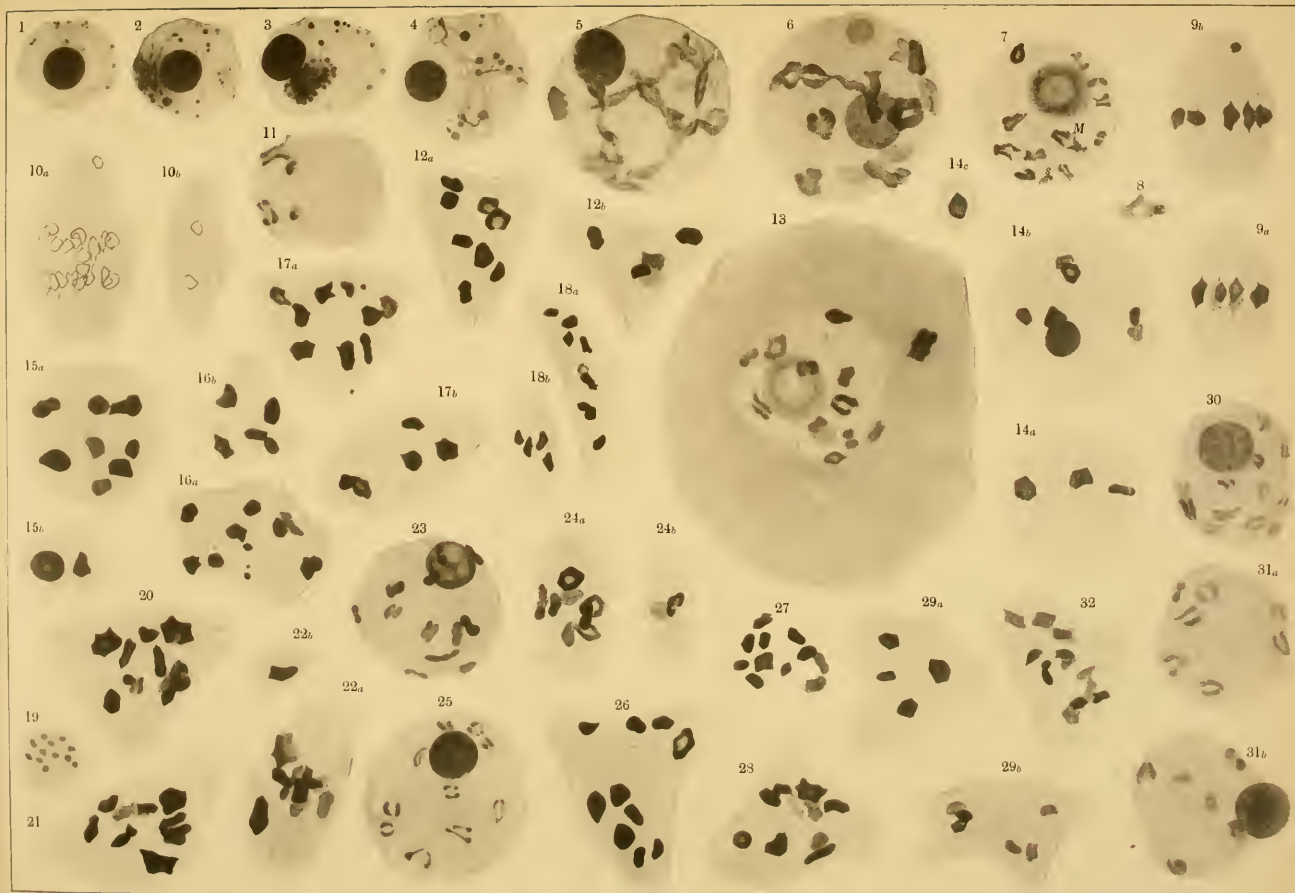
Fig. 60. *Saccharum officinalis*.

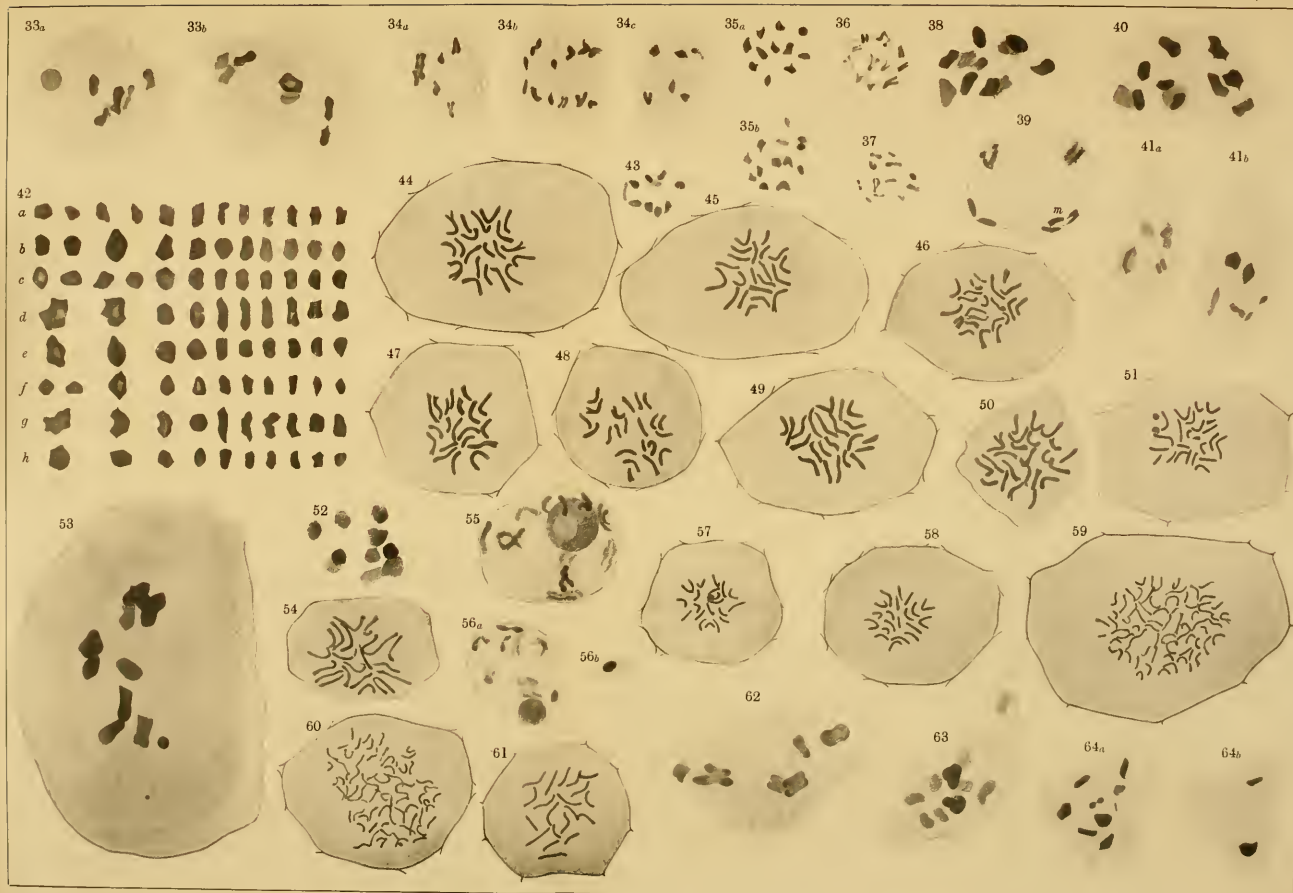
Fig. 61. *Coix agrestis*. 20 Chromosomen.

Fig. 62. „Sugar Corn.“ Multipolarspindel-Stadium (ein Stück).

Fig. 63. „Sugar Corn“ \times „Black Starch“ F_1 . 10 Gemini.

Fig. 64a-b. Pflanze Nr. 5₍₁₅₎ („Black Mexican“). Zwei aufeinanderfolgende Schnitte. Multipolarspindel mit 10 Gemini.





Experimentelle Studien über die Zell- und Kernteilung mit besonderer Rücksicht auf Form, Größe und Zahl der Chromosomen.

(Contributions to Cytology and Genetics from the Departments of
Plant-Morphology and Genetics, Science College,
Imperial University, Tokyo. No. 28)

Von

Tetsu SAKAMURA, *Nōgakushi*.

(Assist. Professor der Botanik a. d. Hokkaido Kaiserl. Universität, Sapporo).

Mit 7 Tafeln und 24 Textfiguren.

I. Einleitung.

Obschon in den verflossenen Jahrzehnten die Cytologie erstaunliche Fortschritte gezeitigt hat, die besonders die Chromosomenlehre betreffen, so bleibt noch ein großes Versuchsfeld übrig, das, durch experimentelle Untersuchungen erforscht, in bezug auf die Zell- und Kernteilung noch ungeahnte Resultate hervorbringen wird.

Wenn wir auch heute noch die verbreitete Hypothese, daß die Chromosomen die hauptsächlichlichen Träger der erblichen Anlagen sind, nicht klipp und klar beweisen können, so ist dennoch anzunehmen, daß sie der wichtigste Bestandteil der Zellorganisation sind und bei den Zeugungs- und Vererbungsvorgängen eine große Rolle spielen. Überdies ist die Individualität der Chromosomen immer mehr anerkannt worden, und zwar werden sie oft als individualisierte Elemente betrachtet. In dieser

Hinsicht ist es sehr wichtig, die Eigenschaften der Chromosomen zuerst unter normalen Zuständen eingehend zu untersuchen.

Im Jahre 1915 fand ich bei *Vicia Faba* die erblich fixierte Einschnürung einiger Chromosomen, was ich in einer vorläufigen Mitteilung bereits bekannt gemacht habe. Durch meine nachherigen Untersuchungen konnte ich nachweisen, daß diese Einschnürung eine überall im Pflanzen- und Tierreiche verbreitete Erscheinung ist, und daß sie als ein auffälliges Merkmal der Chromosomen zu dienen befähigt ist.

Bei den experimentellen Untersuchungen, die ich, um meine vorhergehende Arbeit (1915) zu ergänzen, anstellte, wurde auch die Chloralisierung der Wurzelspitzen von *Vicia Faba* und *Pisum sativum* ausgeführt. Als ich die Präparate der 3 oder 5 Stunden nach der Chloralisierung fixierten Wurzelspitzen durchmusterte, fand ich unter den verschiedenen Anomalien der Mitosis zu meinem Erstaunen die ganz unerwartete Tatsache, daß die Chromosomen sehr verkürzt waren und daß die unter normalen Bedingungen schwer sichtbare Einschnürung einiger bestimmter Chromosomen dabei deutlich gesehen werden konnte. Andererseits zeigte mir diese vorläufige Untersuchung, daß die anderen Teilungsanomalien zu verschiedenen cytologischen Problemen in inniger Beziehung stehen.

Diese Sachlage veranlaßte mich, von neuem Studien anzustellen, wobei die Mitosis nicht nur unter den normalen Umständen, sondern auch unter experimentell veränderten Bedingungen eingehender untersucht wurde.

Die vorliegende Arbeit enthält daher eine Zusammenstellung meiner bisherigen Untersuchungen über die morphologischen Eigenschaften der Chromosomen und die Beeinflussung der Mitosis durch äußere chemische und physikalische Reize mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen.

Bei der Erörterung habe ich nicht vernachlässigt, nicht nur die botanische, sondern auch die zoologische Literatur möglichst ausführlich in Betracht zu ziehen, da die Richtungen der heutigen Zellforschung in den beiden Gebieten immer mehr sich einander nähern.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden vom Jahre 1914–1916 im botanischen Institut der Kaiserlichen Universität zu Tokyo auf Anregung und unter Leitung des Herrn Professor Dr. K. FUJII ausgeführt. An dieser Stelle sei es mir gestattet, für die vielen Ratschläge und die freundliche Unterstützung, die er mir bei der Ausführung der Arbeit angedeihen ließ, meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Hier fühle ich auch die Pflicht, den Herren Professoren und Freunden des dortigen Institutes für die liebenswürdige Gastfreundschaft während meines Verweilens wärmstens zu danken. Die Untersuchungen wurden dann im hiesigen Institut fortgeführt. Daher möchte ich auch Herrn Professor Dr. K. MIYABE, dem Vorstand des hiesigen Institutes, für das große Interesse danken, welches er meinen Untersuchungen entgegengebracht hat. Ebensoviel Dank schulde ich aber auch Herrn T. NISHINO, Verleger in Tokyo, der mit finanzieller Unterstützung sein Interesse für die Untersuchungen bekundet hat.

II. Morphologische Eigenschaften der Chromosomen.

1. Einschnürung, Zahl und Größe der Chromosomen bei *Vicia Faba*.

Daß bei einigen pflanzlichen und tierischen Zellkernen oft die Einschnürung der Chromosomen auftritt, ist eine schon bekannte Tatsache. Soweit ich mich erinnern kann, gibt es aber vor meiner vorläufigen Mitteilung nur wenige Arbeiten,¹⁾ in denen diese Einschnürung bei bestimmten Chromosomen ausführlich untersucht worden ist.

Beschreibungen dieser Erscheinung bei *Vicia Faba* wurden von LUNDEGÅRDH (1912b, 1914a), FRASER und SNELL (1911) und SHARP (1913) gemacht; aber ausführliche Untersuchungen hierüber sind bisher nicht angestellt worden.

Ferner stimmen die Angaben der Autoren über die Chromosomenzahl von *Vicia Faba* nicht immer überein. Die Diploidzahl

1) S. NAVASHIN (1914), TSCHERNOYAROW (1914).

beträgt nach NĚMEC (1904, 1910), LUNDEGÅRDH (1912b, 1914a) und SHARP (1913) 12, während nach FRASER und SNELL (1911) sie 14 ist. Die Haploidzahl beträgt nach FRASER und SNELL (1911)¹⁾ 14 und FRASER (1914)²⁾ 7, während nach SHARP (1914)³⁾ sie 6 beträgt.

Aus den seit dem Sommer 1914 ausgeführten Untersuchungen, die anfangs nur zwecks Feststellung der Chromosomenzahl von *Vicia Faba* angestellt worden sind, ergab sich die Tatsache, daß einerseits die Einschnürung der Chromosomen bei der Bestimmung der Chromosomenzahl nicht übersehen werden soll, und anderseits, daß sie in enger Beziehung zu verschiedenen cytologischen Problemen steht.

Die Einschnürung wurde in den somatischen Zellen und den Pollenmutterzellen beobachtet. Bei den Versuchen mit den somatischen Zellen wurde das Meristem der in feuchten Sägespänen gezogenen Wurzeln und junge Blütenblätter verwendet. Die Wurzelspitzen wurden zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten fixiert. Die gebrauchten Varietäten sind fast alle *Vicia Faba minor*; bei *Vicia Faba major* oder *Vicia Faba megalosperma* wurden die Seitenwurzelspitzen jeweils nur einmal fixiert, weil die gebrauchten Samen meistens in den feuchten Sägespänen in Fäulnis übergingen. Das Material für die Pollenmutterzellen von *Vicia Faba major* sowie *minor* wurde auch zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten aus verschiedenen Gegenden gesammelt. Zur Fixierung wurde FLEMMINGSche Chromosmiumessigsäurelösung in Bonner und starker Konzentration gebraucht. Aus den fixierten Objekten wurden bei den somatischen Zellen meistens 14 μ dicke und bei den Pollenmutterzellen meistens 10 μ dicke Paraffinschnitte hergestellt. Die Färbung geschah mit HEIDENHAINs Eisenalaunhämatoxylin.

a) Die Chromosomen in der somatischen Kernteilung.

Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, alle Daten der Teilungsvorgänge in einem Lebenszyklus des Kernes zu verfolgen,

-
- 1) Bei der Kernteilung in den jungen Pollenkörnern.
 - 2) und 3) Bei der Reduktionsteilung der Pollenmutterzellen.

sondern ich möchte nur die Zahl und die morphologischen Eigenschaften der fertigen Chromosomen in Betracht ziehen.

α) Im Meristem der fixierten Wurzelspitzen.

Um die Zahl und die morphologischen Eigenschaften der Chromosomen richtig zu erörtern, ist es erforderlich, daß die Beobachtungen für bestimmte Zellarten und Teilungsphasen gemacht werden. Zu diesem Zwecke wurden die von der früheren Metaphase bis zur Anaphase auftretenden Chromosomen im Periblem und Plerom ausgewählt.

In der früheren Metaphase sind die Chromosomen schon längsweise gespalten und ihre Längshälften miteinander verklebt oder verdreht. Sie sind von langem Typus wie bei den *Lilium*-Arten und lagern sich nicht auf der Ebene der Äquatorialplatte, sondern stehen mehr oder weniger schräg dazu. Daher ist es nötig, den Chromosomen entlang die Lage des Brennpunktes fortwährend zu verändern, damit die Chromosomen genau beobachtet werden können. Da die Anordnung der Chromosomen, wie oben erwähnt, so unregelmäßig ist, kommt es sehr oft vor, daß die einzelnen Chromosomen durch das Mikrotommesser in zwei oder drei Stücke zerschnitten werden. Um das Zerschneiden zu vermeiden, scheinen 14 μ die geeignete Dicke zu ergeben. In der Polansicht der Äquatorialplatten können die Chromosomen ziemlich schwer gezählt werden. Aber bei fast allen Zählungen wurden 12 Chromosomen erkannt, unter denen zwei auffallend länger sind als die anderen zehn (Fig. 9). Diese zwei langen Chromosomen haben gleiche Länge und je ein Paar der anderen zehn Chromosomen scheinen ebenso gebaut zu sein. Die gesetzmäßige paarige Anordnung der Chromosomen kann aber hier nicht immer konstatiert werden. Die zwei langen Chromosomen sind in bezug auf Länge und andere Eigenschaften einander gleich, weichen aber von den übrigen zehn in verschiedener Hinsicht ab. In der Mitte und in der Nähe der Enden zeigen sie die Einschnürung, während die anderen acht Chromosomen unter Umständen ganz schwach eingeschnürt sind (Fig. 1 u. Textfig. 2 m). Der Kürze des Ausdruckes wegen möchte ich diese zwei

langen Chromosomen als „M-Chromosomen“ (bedeutet makro) und die zwei Arten der Einschnürungen als „m-Einschnürung“ (bedeutet Mitte) und „e-Einschnürung“ (bedeutet Ende) bezeichnen. Aber diese Einschnürung soll mit der Quersegmentierung oder der Fragmentierung nicht verwechselt werden, die oft als Artefakt oder durch höhere Temperatur in nebenstehender Form ! unbeständig in den verschiedenen Teilen der Chromosomen hervorgebracht wird.¹⁾ Auch in der Seitenansicht der Äquatorialplatten, soweit der Chromosomenhaufe nicht durch das Mikrotommesser durchgeschnitten wird, werden die 12 Chromosomen gezählt, wobei man hier immer zwei M-Chromosomen mit m- und e-Einschnürungen findet (Fig. 10). Auch bei der Trennung der Längshälften werden diese Einschnürungen erhalten. Da die Längshälften der M-Chromosomen mit ihren Mitten (m) und diejenigen der anderen zehn Chromosomen fast mit ihren Enden an den Spindelfasern befestigt sind, so müssen die Tochterchromosomen bei ihrer Wanderung nach den Polen die Gestalt je eines V, 1 resp. I erhalten (Fig. 2-8). Deshalb beträgt in der Anaphase die Zahl der deutlich sichtbaren Chromosomenschenkel immer 14 (Fig. 12). Die in der Metaphase vorhandene e-Einschnürung der M-Chromosomen bleibt bis zur späteren Anaphase erhalten und tritt hier immer am äquatorialwärts zugekehrten Ende eines Schenkels jedes V-förmigen Tochterchromosoms auf, während die m-Einschnürung durch die hier stattfindende Umbiegung der Querhälften kaum gesehen werden kann (Fig. 11).

Die oben beschriebenen Teilungsvorgänge und Eigenschaften der M-Chromosomen werden ebenso in den somatischen Zellen der jungen Blütenblätter und die e-Einschnürung auch in einem Proembryo dieser Pflanze konstatiert.

β) Im Meristem der frischen Wurzelspitzen.

Es erhebt sich nun die Frage, ob die im fixierten Material beobachtete Einschnürung künstlich erzeugt wird oder nicht. Um diese Beobachtungslücke auszufüllen, habe ich mir vorgenommen,

1) Vgl. LUNDEGÅRDH (1914a).

die Einschnürung auch in den frischen Wurzelspitzen nachzuweisen.

Um die Wurzelspitzen beim Schneiden nicht zu stark zu drücken, habe ich folgende Methode angewandt. Mit einer Nadel wird das Mark von *Sambucus* von der Seite her quer durchbohrt. Dann werden die Wurzelspitzen hineingesteckt und das Mark an diesem Teile quer durchgeschnitten. Auf diese Weise können dann die Längsschnitte der Wurzelspitzen ohne große Schwierigkeiten gefertigt werden. Die Schnitte wurden in 3 oder 5 % ige Zuckerlösung eingebettet und unter Anwendung des ZEISS'schen Achromat-Objektivs 1.8 mm und des HUYGENSchen Okulars 4 beobachtet. Dabei wurde die e-Einschnürung der lichtbrechenden anaphasischen Chromosomen oft konstatiert, während die m-Einschnürung wegen der Umbiegung der Querhälften kaum beobachtet werden konnte.

Weiter habe ich versucht, die Einschnürung unter Verwendung der Dunkelfeldbeleuchtung nachzuweisen; das Resultat war aber ganz ungenügend.

b) Die Chromosomen in der meiotischen Kernteilung der Pollenmutterzellen.

Es ist erforderlich, auch die einzelnen Vorgänge vor der Metaphase der ersten Teilung der Pollenmutterzellen zu beobachten, damit die Eigenschaften der Chromosomen eingehend untersucht werden können. Da es aber vor der Diakinese keinen direkten Beweis für die Einschnürung der Chromosomen gibt, möchte ich hier nur die fertigen Gemini in Betracht ziehen.

α) In der heterotypischen Kernteilung und Interkinese.

In der Diakinese kann man 6 Gemini finden, unter denen sich ein Geminus durch seine Länge besonders auszeichnet (Fig. 13). Um diesen langen Geminus von den anderen kürzeren zu unterscheiden, bezeichne ich ihn auch hier als „M- Geminus“, da er aus den zwei homologen M- Chromosomen entstanden sein muß. Obwohl in der Diakinese die Quersegmentierung und die Einschnürung oft an den verschiedensten Teilen der verschiedenen

Gemini stattfindet, so wäre es doch übereilt zu schließen, daß die in der Mitte und am Ende beobachteten Einschnürungen des M-Geminus nicht identisch sind mit den m- und e-Einschnürungen der M-Chromosomen der somatischen Zellen.¹⁾ Wenn man die am Ende und in der Mitte eingeschnürten und in den Fig. 14 und 15 dargestellten M-Gemini (Hexaden) betrachtet, so kann man sogleich erkennen, daß sie denjenigen der somatischen M-Chromosomen sehr ähnlich sind. Nach der Auflösung der Kernmembran erscheint die multipolare Spindel, wobei auch der M-Geminus von den anderen unterschieden werden kann. Die Chromosomen sind nicht so lang wie bei der somatischen Mitosis, und sie sind regelmäßig auf der Ebene der Kernplatte angeordnet. Somit kann man in der Polansicht der Kernplatte mit Sicherheit 6 Gemini wahrnehmen und es kann auch der M-Geminus nachgewiesen werden, der hier keinen speziellen Platz besitzt (Fig. 16). Während die m-Einschnürung bisweilen erkannt wird, kommt die e-Einschnürung sehr selten vor, und wenn sie auftritt, so erscheint sie so, wie sie in Fig. 24 abgebildet ist. Die homologen Chromosomen des M-Geminus sind mit ihren Mitteln an der Spindel befestigt, während bei den anderen fünf Gemini der Insertionspunkt der Zugfasern sich fast am Ende befindet (Fig. 17-23). Daher fangen die Homologen der 5 gewöhnlichen Gemini vom Ende her und diejenigen des M-Geminus von der Mitte her an, sich auseinanderzuziehen. Außerdem findet am Schlusse des Auseinanderziehens der homologen Chromosomen die Längsspaltung, als Vorbereitung der homöotypischen Kernteilung, statt. Deshalb stellt sich jedes M-Chromosom als verdoppelte V-Form, und jedes andere Chromosom als V-Form dar (Fig. 25).

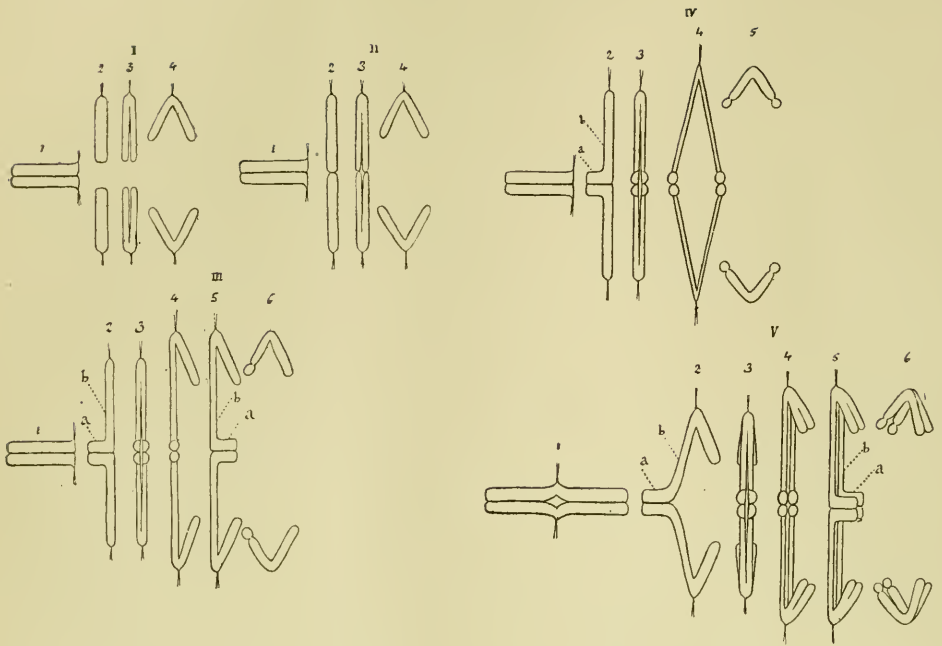
In der Metakinese der heterotypischen Kernteilung verhalten sich einige gewöhnliche Chromosomen so, wie es in den Fig. 17-23 dargestellt ist. Unterwegs hört das Auseinanderziehen der homologen Chromosomen plötzlich auf, indem sie noch mit je einem gewissen Teil aneinander haften. Darauf widersetzen sich die Chromosomenschenkel der Anziehungswirkung der Zugfasern und

1) Bei der heterotypischen Kernteilung tritt die Einschnürung unter Umständen auch an den Enden der kürzeren Gemini auf.

ihre nicht aneinanderhaftenden Teile werden in die Länge gezogen (Fig. 26 a & c). Meistens aber trennen sich die beiden Schenkel eines V-förmigen Chromosoms nicht zu gleicher Zeit von denen des homologen Schwesterchromosoms, da ein Schenkel sich früher ablöst als der andere; aus diesem Grunde zieht sich der eine sogleich zusammen, während der andere auffallend weiter in die Länge gezogen wird. Die M-Tochterchromosomen verhalten sich in der Metakinese ähnlich wie oben erwähnt (Fig. 21, 22, 26 e & 27). Die Trennung der homologen M-Chromosomen erfolgt anfänglich so, daß die parallel liegenden Chromosomen von den Zugfasern in ihren Mitten erfaßt und auseinandergezogen werden. Kurz nachher hört dieser Vorgang auf der einen Seite plötzlich auf. Folglich leisten die zwei verklebten Schenkel der verdoppelten V-förmigen Chromosomen Widerstand gegen die Zugkraft der Fasern, wodurch die Zwischenstücke auffällig in die Länge gezogen werden, während die zwei zuerst von den homologen Schwesterchromosomenschenkeln vollständig abgetrennten Schenkel sich sogleich zusammenziehen.

In der Anaphase ziehen sich alle Chromosomenschenkel zusammen, wodurch sie kürzer und dicker werden als in der Metaphase (Fig. 28). Die verdoppelten V-förmigen Tochterchromosomen des M-Geminus schnüren sich an je einem Ende der zwei paarigen Schenkel ein (die e-Einschnürung, Fig. 28 e). Eine solche Einschnürung findet auch an den Enden der V-förmigen Chromosomen statt, aber die e-Einschnürung der M-Chromosomen kommt so oft und deutlich vor, daß man sie als eine konstante Eigenschaft der M-Chromosomen betrachten kann, die besonders in einem bestimmten Stadium der Anaphase auftritt. Ebenso wenig wie in der somatischen Anaphase wird auch hier aber die m-Einschnürung wegen der Umbiegung des M-Chromosoms getroffen.

Wie oben erwähnt, erfahren die Chromosomen in der Metakinese der heterotypischen Kernteilung durch die Teilungsmechanik verschiedene Gestaltsveränderungen. Im folgenden werden sie etwas schematisch dargestellt.



Textfig. 1. I—V. Schematische Darstellung der aufeinanderfolgenden Stadien der Teilungsmechanik der homologen Chromosomen in der heterotypischen Kernteilung.

- I. 1) Die homologen Chromosomen beginnen am Ende auseinanderzugehen.
- 2) Dieselben auseinandergezogen.
- 3) Die Längsspaltung derselben.
- 4) Die beiden Schenkel der gespaltenen Chromosomen geöffnet.
- II. 1) Die homologen Chromosomen beginnen sich am Ende zu trennen.
- 2) Dieselben in die Länge gezogen, wobei sie an einem Ende aneinanderhaften.
- 3) Die Längsspaltung derselben.
- 4) Die beiden Schenkel der gespaltenen Chromosomen geöffnet.
- III. 1) Die homologen Chromosomen beginnen an einem Ende auseinanderzugehen.
- 2) Das Auseinandergehen hört plötzlich auf und der Teil b wird etwas in die Länge gezogen.
- 3) Fig. 2 von der Seite gesehen, die Längsspaltung ist sichtbar.
- 4) Eine Längshälfte trennt sich von der homologen, die andere Hälfte wird weiter in die Länge gezogen.
- 5) Ein Stadium wie 4; die getrennte Hälfte ist um 90° gedreht.
- 6) Die homologen Chromosomen haben die Trennung vollendet; die Einschnürung ist am Ende einer Längshälfte sichtbar.
- IV. 1-3) Wie bei III. 1-3.
- 4) Die beiden b-Teile werden in die Länge gezogen.
- 5) Die homologen Chromosomen haben die Trennung vollendet und die Einschnürung ist an den Enden beider Längshälften sichtbar. Diese Form kommt selten zum Vorschein.
- V. 1) Die homologen Chromosomen beginnen, in der Mitte auseinanderzugehen.
- 2) Die Trennung hört auf der einen Seite plötzlich auf, der Teil b wird etwas in die Länge gezogen.
- 3) Fig. 2 von der Seite gesehen; die Längsspaltung ist sichtbar.
- 4) Der Teil b weiter in die Länge gezogen.
- 5) Ein Stadium wie 4; die getrennten Schenkel sind um 90° gedreht.
- 6) Die homologen Chromosomen haben die Trennung vollendet; die Einschnürung an den Enden ist sichtbar.

Sobald die getrennten Chromosomen den Pol erreichen, ziehen sie sich zu einem Klumpen zusammen, um den herum allmählich eine Kernmembran erzeugt wird, wodurch dann die neue Kernanlage entsteht. Bald fangen die Chromosomen an aufzugehen, während die Anastomosen allmählich verschwinden, die am Anfang dieser Phase zwischen den Chromosomen entstanden sind. Die Polarität der Chromosomenanordnung wird nicht immer erhalten. In diesen Stadien verschmelzen die Chromosomen nie zu einem kontinuierlichen Faden, sondern sie sind noch individualisiert und zeigen sich **V**- resp. doppelt **V**-förmig. Die e- und m-Einschnürungen der M-Chromosomen kann man hier nicht bemerken, denn jene ist wegen der Wellenförmigkeit der Chromosomenschenkel und diese wegen der Umbiegung der Quershälften undeutlich gemacht (Fig. 29).

β) In der homöotypischen Kernteilung.

Die Verhältnisse der Metaphase und der Anaphase der homöotypischen Kernteilung sind gleich denen, die in der somatischen Kernteilung festgestellt wurden (Fig. 31), ausgenommen, daß die Trennung der Längshälften in diesem Falle schon auf der Kernplatte stattfindet, und daß wir es mit der Haploidzahl zu tun haben. Die in Fig. 30 a und b dargestellten Bilder zeigen uns die metaphasischen M-Chromosomen aus zwei Mutterzellen der homöotypischen Kernteilung, die die m- und e-Einschnürungen deutlich aufweisen. Auch hier erfassen die Zugfasern das M-Chromosom in der Mitte und die anderen fünf Chromosomen am Ende (Fig. 32). Daher nehmen die Tochterchromosomen des M-Chromosoms bei ihrer Wanderung nach den Polen die **V**-Form und jene der anderen Chromosomen die **1**- oder **I**-Form an. Hier soll man nicht übersehen, daß die Genesis der **V**-Form des M-Chromosoms in der homöotypischen Metakinese von jener der gewöhnlichen (nicht M-) Chromosomen in der heterotypischen Metakinese, Interkines oder am Anfang der homöotypischen Kernplatte verschieden ist. Bei der ersteren entsteht die **V**-Form durch die Zugmechanik der Fasern und ihre zwei Schenkel haben nichts mit der Längsspaltung zu tun, während bei den letzteren sie wegen der vorzeitigen Längsspaltung der zweiten Teilung entstan-

den sind und ihre zwei Schenkel die Schwesterchromosomen bedeuten. Früher, wo noch die Ansicht herrschte, daß die homöotypische Kernteilung der Querteilung der Chromosomen gemäß erfolgt, hätte man den Scheitelpunkt dieser V-förmigen gewöhnlichen Chromosomen auf der Kernplatte als Querspaltungsteil aufgefaßt. In der Anaphase können sieben Tochterchromosomenschenkel und die e-Einschnürung des M-Chromosoms beobachtet werden (Fig. 32 und 33). Die Einschnürung verschwindet in der Anaphase aber früher als bei der somatischen Kernteilung. Die Chromosomen in der postmeiotischen Kernteilung habe ich nicht untersucht.

2. Die Einschnürung als eine normale und konstante Eigenschaft der Chromosomen.

Um berechtigt zu sein, die Einschnürung bei *Vicia Faba* als ein morphologisches Merkmal der Chromosomen zu erklären, ist es wichtig, die Frage zu entscheiden, ob sie eine normale und sogar konstante Eigenschaft der Chromosomen darstellt oder nicht.

FRASER und SNELL (1911) und SHARP (1913) beobachteten die Einschnürung der metaphasischen und anaphasischen Chromosomen in der somatischen Mitosis bei *Vicia Faba*, und die zwei erst genannten Autoren sind der Meinung, daß die hier entstandenen Teilstücke der Chromosomen die Erbeinheiten bezeichnen. LUXDEGÅRDH (1912b) ist derjenige, der die Einschnürung oder Fragmentation der Chromosomen bei dieser Pflanze relativ ausführlich geschildert hat. Bei *Vicia Faba* und *Allium cepa* hat er die Einschnürung¹⁾ der metaphasischen sowie anaphasischen Chromosomen in den Wurzelspitzen beobachtet. Er betrachtete sie als ein normales Phänomen, das aber nicht regelmäßig auftritt (S. 414). In bezug auf die Einschnürung bei *Allium cepa* sagt er :

1) Quersegmentierung nach ihm. Obwohl er die Sachlage nicht erkannt hat, daß die Einschnürung und die unregelmäßig auftretende Fragmentation der Chromosomen ganz verschiedene Phänomene sind, so hat er, seinen Abbildungen nach zu urteilen, die Einschnürung auch als Quersegmentierung aufgefaßt.

„ Die erwähnte Tendenz der Chromosomen, in der Metaphase in zwei oder seltener mehrere Stücke zu zerfallen, ist sicher in verschiedenen Fällen und auch wohl bei verschiedenen Chromosomen desselben Kerns verschieden stark ausgeprägt. In Textfigur 3 g sind z. B. alle Chromosomen ganz, während in Textfigur 3 a eine sehr weitgehende Zerteilung stattgefunden hat. Und dazwischen gibt es alle denkbaren Übergänge. Auch läßt es sich nicht entscheiden, ob nur bestimmte Chromosomen in erwähnter Richtung instabil gebaut sind, oder ob die Zerteilung die Äußerung eines allgemeinen, nur in einzelnen Fällen verschieden ausgeprägten Zustandes ist. Die Wahrscheinlichkeit scheint mir jedoch für die letztere Behauptung zu sprechen “ (S. 395). Dies konnte LUNDEGÅRDH auch für die in seinen folgenden Zeilen geschilderte gleiche Erscheinung der Chromosomen von *Vicia Faba* geltend machen. Nach dem oben Zitierten scheint es mir, daß er nicht erkannt hat, daß die Chromosomen unter normalen Bedingungen die konstante Einschnürung in sich aufweisen. Ferner ist er der Ansicht : „ Die Chromosomen werden bei *Vicia* im allgemeinen nicht wie bei *Allium* in zwei etwa gleich große Hälften zerlegt, sondern meistens findet ein Abtrennen kleiner Stücke statt “ (S. 414). Werden seine Abbildungen und Beschreibungen eingehend in Betracht gezogen, so fällt es auf, daß er ein in der Mitte eingeschnürtes M-Chromosom fälschlich als zwei an den Enden verklebte Chromosomen aufgefaßt hat. Daß er von den M-Chromosomen, die die spezielle Größe und die m- und e-Einschnürungen besitzen, nichts bemerkt hat, lassen mich das oben Erwähnte vermuten ; auch seine Erklärung, daß „ in gewissen Fällen wie in Fig. 50, Taf. XIV¹⁾ es scheint, als wären die Segmente auf artifiziellem Wege entstanden “ (S. 416), ist falsch, denn in Wirklichkeit stellt sie die e-Einschnürung des M-Chromo-

1) Auch bei der Figurenerklärung der Fig. 51 sagt er : „ Ein ebenfalls segmentiertes Doppelchromosom aus demselben Präparat wie 50. “ Dieses Chromosom ist zweifellos auch ein M-Chromosom.

soms dar. In bezug auf die Frage, ob die e-Einschnürung (Segmentierung nach ihm) ein Artefakt ist, sagt LUNDEGÅRDH (1912b) weiter: „Es ist nun aber recht unwahrscheinlich, daß die Chromosomen bei der schnellen Einwirkung der Fixierungsflüssigkeiten Zeit gehabt hätten, sich zu segmentieren. Die Möglichkeit einer artifiziellen Zerteilung kann zwar nicht ganz außer Betracht kommen, nach dem häufigen Auftreten der Erscheinung läßt es sich aber behaupten, daß sie manchmal einen ursprünglichen Zustand darstellt.“ Zwei Jahre darauf beobachtete LUNDEGÅRDH (1914a) in den Wurzelspitzen von *Vicia Faba*, die fünf Stunden lang auf 32°–36°C erhalten geblieben waren, oft die Quersegmentierung der Chromosomen. In seiner Abbildung ist diese Segmentierung in nebenstehender Form : in den verschiedenen Teilen der Chromosomen dargestellt. Daß aber diese Segmentierung nicht mit der Einschnürung verwechselt werden soll, habe ich schon wiederholt hervorgehoben.

Um die Frage zu entscheiden, ob die Einschnürung der M-Chromosomen der somatischen Zellen von *Vicia Faba* eine normale und beständig auftretende Eigenschaft ist, durchmusterte ich 493 Äquatorialplatten in der Polansicht bei 24 Präparaten, die aus zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten fixierten Wurzeln hergestellt wurden und keine durchgeschnittenen oder artifiziell segmentierten Chromosomen aufweisen. Wäre dieses Charakteristikum der somatischen Chromosomen nicht konstant, so hätten die bisher gebrauchten Namen der m- und e-Einschnürungen keinen Sinn. Doch aus den folgenden eingehenden Beobachtungsergebnissen geht es hervor, daß man auf den Gebrauch jener Namen nicht zu verzichten braucht.

Tabelle I.

Chromosomenzahl		12										undeutlich	Gesamtsumme
versch. Typen der Einschnürung d. M-Chrom.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Endverklebung	
Nr. der Präparate.		m, e	m, e	m, e	m, e	m, e	m, e	m, e	m, e	m, e	m, e		
		m, e	m, e	m, e	m, e	m, e	m, e	m, e	m, e	m, e	m, e		
A {	1	2	2	2		6	5	1	5	4	4		
	2	2		8				6	2	2	4		
	3		3		1	1	3	6		1	2		
	4				1			4					
B {	1	3	2	3		1		2					
	2	3	2	1			2		1	4	1		
	3	1	1	2			1		2	2			
	4		2	2	1				1				
C {	1	8	3	6	2	2	1		6	2			
	2	3	2	6	1		1	2	3	3	4		
	3	14	7	24	4		2		11				
	4	1					1	1	2		1		
	5	3	3	2		1	1	3	5	2			
	6	15	2	10	4		2		7	1	2		
	7	17	3	27		3	4	2	11	6			
	8	14	2	10	5	1			6	1	1		
D {	1	4	1	9		1			2				
	2				1		1						
E {	1	5	2	8	2	2		1	2	1			
	2	4		1					1				
	3					1							
	4	1	1										
	5				1	3	1						
	6									1			
Summe		100	38	121	23	22	25	28	67	30	19	20	493
Ca %		20	8	24	5	4	5	5	13	6	4	4	

Präparat	Rassen-Name	Tag u. Zeit der Fixierung			Fixierungsmittel	
A	<i>V. F. minor</i>	1 Uhr nachm.	14.	IX	FLEMMING'sche Lös. (Bonner Konz.)	
B	<i>V. F. major</i>	3 Uhr nachm.	21.	X	„ „ („ „)	
C	<i>V. F. minor</i>	2 Uhr nachm.	18.	VIII	„ „ („ „)	
D	„	1 Uhr nachm.	29.	I	„ „ („ „)	
E	„	10 Uhr vorm.	5.	IV	„ „ (Starke Konz.)	

Die in der Tabelle dargestellten Ergebnisse zeigen, daß die Chromosomenzahl der beobachteten Äquatorialplatten fast immer 12 beträgt (ca 96 %), und daß die Zahl der Fälle, wo gar keine

Einschnürung in den beiden M-Chromosomen stattfindet, sich nur auf ca 4 % beläuft, wogegen die beiden Einschnürungen in ca 92% mehr oder weniger zum Vorschein kommen. Der Prozentsatz von Typus I, wo die m- und e-Einschnürungen vollkommen erkannt werden können, ist ca 20. In den anderen Teilen der M-Chromosomen wird kein Anzeichen der Einschnürung konstatiert. Obwohl es noch zahlreiche Fälle gibt, wo beide oder einzelne von diesen Einschnürungen nicht in den Präparaten bemerkt werden können, so kann man dennoch das Vorhandensein der Einschnürung annehmen, wenn man das Verhalten der Chromosomen auf der Kernplatte dieser Pflanze und die Unwillkür der Platzveränderung der Chromosomen in den Präparaten in Betracht zieht. Wenn die Chromosomengruppe in der somatischen Zelle nicht durch das Mikrotommesser durchgeschnitten oder die Quersegmentierung nicht artifiziell herbeigeführt worden ist, so können die 12 Chromosomen immer sicher konstatiert werden. Die Haploidzahl 6 wird auch in der heterotypischen und homöotypischen Kernteilung festgestellt. Hierbei behaupte ich, daß die Chromosomenzahl von *Vicia Faba* (*minor* und *major*) unter normalen Bedingungen ohne Schwankung stets 12 bzw. 6 beträgt, und ich halte die Zahl 14 bzw. 7, die von FRASER und SNELL bei dieser Pflanze angegeben wurde, für unrichtig. Diese abweichende Chromosomenzahl ist aller Wahrscheinlichkeit nach dem Umstande zuzuschreiben, daß diese Forscher die m-Einschnürung der M-Chromosomen bei der Zählung übersehen haben.

Aus den oben erwähnten Tatsachen geht hervor, daß wenigstens in den somatischen Zellen die sogenannten m- und e-Einschnürungen der M-Chromosomen eine normale Erscheinung sind und eine an bestimmte Orte der beiden langen M-Chromosomen gebundene und immer regelmäßig auftretende fixierte Eigenschaft darstellen. Man kann mit Recht annehmen, daß der M-Geminus in der heterotypischen Kernteilung aus zwei M-Chromosomen der somatischen Kerne entstanden ist. Die Einschnürungen, die im M-Geminus stattgefunden haben, erweisen sich natürlich mit denjenigen der somatischen M-Chromosomen als ganz homolog. Demnach sind diese Eigenschaften den Lebenskreislauf hindurch in

den M-Chromosomen wahrnehmbar, was einen vollständigen Beleg für die Individualitätstheorie der Chromosomen liefern kann. Wäre es nun möglich, das von den m- und e-Einschnürungen Gesagte auch für die anderen eingeschnürten Chromosomen von *Vicia Faba* sowie anderer Pflanzen und Tiere anzunehmen? Die folgenden Beschreibungen dienen dazu, die Richtigkeit dieser Verallgemeinerung zu bestätigen.

3. V-Form der M-Chromosomen bei der Wanderung nach der Polen.

Vorerst möchte ich einiges über die V-Form der M-Chromosomen sagen, da sie mit der Einschnürung viel zu tun hat.

Daß die Tochterchromosomen in der Metakinese und Anaphase je nach dem Teilungsmechanismus mannigfaltig gestaltet werden können, ist eine zweifellose Tatsache. Es wäre jetzt an sich ganz gleichgültig, wie man das Wesen der infolge der Fixierung beobachteten Zugfasern versteht. Jedenfalls unterliegt es aber keinem Zweifel, sie als die Zeichen der Tension aufzufassen, wodurch die Tochterchromosomen nach den Polen gebracht werden. Daher müssen die Zugfasern bei der Gestaltung der Tochterchromosomen immer die größte Rolle spielen.

Schon BOVERI (1904, S. 23)¹⁾ meinte hypothetisch, daß der Insertionspunkt der Zugfasern immer konstant wäre. In lebenden Materialien von *Vicia Faba* beobachtete LUNDEGÅRDH (1912_a) die V-Form der somatischen Tochterchromosomen in der Anaphase. Später hat er (1912_b, S. 447) in den fixierten Wurzelspitzen derselben Pflanze nachgewiesen, daß die Tochterchromosomen bei der Wanderung nach den Polen die Gestalt je eines V oder 1 erhalten. Er hat aber betont, daß diese Figur keine große Bedeutung habe, da das Hauptgewicht auf die Teilungskraft, wodurch diese Figur hergestellt wird, gelegt werden müsse. Noch einige Autoren haben der Form der anaphasischen Chromosomen dieser Pflanze ihre Aufmerksamkeit geschenkt. FRASER und SNELL (1911, S. 847-848) haben die Wahrnehmung gemacht, daß die Zugfasern die

1) Zit. nach S. NAVASHIN (1914, S. 8).

Chromosomen an den Enden erfassen, und daß ferner die Tochterchromosomen als Stäbchen angesehen werden müssen. Aber die erst genannte dieser Autoren (1914, S. 638, Fußnote) meinte, daß es in der Anaphase noch Chromosomen gebe, die in der Mitte von den Zugfasern angefaßt werden, indem sie V-förmige Chromosomen beobachtet hat. Nach SHARP (1913) sind die Insertionspunkte der Zugfasern an den Chromosomen nicht beständig.

Bei anderen Pflanzen z. B. bei *Najas major* erwähnte CLEMENS MÜLLER (1912, S. 16), daß die Form der anaphasischen Chromosomen in Beziehung zu ihrer eigenen Länge und der Insertionsstelle an den Zugfasern stehe. Das längste Chromosom gestaltet sich dabei in die V-Form und das zweitlängste in die 1-Form. Nach S. NAVASHIN (1914, S. 11) ist bei *Fritillaria tenella* die Insertionsstelle der größten Chromosomen in der Mitte, diejenige der mittelgroßen etwas davon entfernt, während diejenige der kleinsten sich nahe am Ende befindet, sodaß in der Anaphase die V-, V- resp. 1-Formen zum Vorschein kommen. Auch bei *Drosophila* machte Metz (1914, S. 49) die Wahrnehmung, daß die zwei Paare der großen Chromosomen von den Zugfasern in der Mitte erfaßt werden und sie in der Anaphase die V-Form annehmen. Die 1- und U-Formen bestimmter Chromosomen, die BALTZER (1909) in der Anaphase der Furchungsteilung von *Strongylocentrotus* resp. *Echinus* wahrgenommen hat, verdanken ihre Entstehung gewiß auch denselben Ursachen.

STOMPS (1911) hat die Konstanz der Insertionsstelle bei *Spinacia oleracea*, und noch früher STRASBURGER (1900) bei verschiedenen andern Pflanzen nachgewiesen. Auch auf der zoologischen Seite hat McCLUNG (1914) bei den Orthopteren die beständige Insertionsstelle der Zugfasern in allen Zellengenerationen (Spermatogonien, erste und zweite Spermatocyten) festgestellt. Obwohl SCHREINER (1906, S. 433) und BONNEVIE (1907, S. 74) betonen, daß der Insertionspunkt der Zugfasern sich während der Metaphase verschieben könne, so scheinen ihre Abbildungen mir aber ungenügend zu sein, um dies ganz einwandfrei zu beweisen.

Wie schon erwähnt zeigen bei *Vicia Faba* die M-Chromosomen in der Anaphase die V-Form, und die anderen 1- resp. I-Form, was darauf beruht, daß die ersteren in ihren Mitten und die letzteren an ihren Enden von den Zugfasern ergriffen werden. Nun ist es sehr bemerkenswert, daß bei den M-Chromosomen der Punkt der M-Einschnürung und die Insertionsstelle der Zugfasern immer miteinander übereinstimmen. Auch für die Fälle anderer beobachteter Chromosomen gilt Ähnliches. Es ist hervorzuheben, daß die konstante Insertionsstelle der M-Chromosomen an den Zugfasern den Lebenskreislauf hindurch in diesen Chromosomen wahrgenommen werden kann.

4. Die Einschnürung der Chromosomen im Pflanzen- und Tierreiche.

Obwohl die im vorhergehenden Paragraphen geschilderte Einschnürung der Chromosomen eine morphologisch relativ einfache Erscheinung ist, so darf nicht übersehen werden, daß sie zu verschiedenen wichtigen Problemen in enger Beziehung steht. Wie schon erwähnt, gibt es zahlreiche Studien, in denen die Einschnürung der Chromosomen bei verschiedenen Pflanzen und Tieren beschrieben wird. Einige Autoren haben aber nicht erkannt, daß die regelmäßig auftretende Einschnürung und die Fragmentierung der Chromosomen zwei ganz verschiedene Erscheinungen sind. Die Einschnürung in den Chromosomen ist nur selten eingehend untersucht worden.

Meine Ansicht, daß die Einschnürung eine sehr verbreitete Erscheinung ist, wird dadurch unterstützt, daß bei meiner Untersuchung über die Chloralisierung der Wurzelspitzen von *Vicia Faba* einige unter normalen Bedingungen schwer sichtbare Einschnürungen nun leicht bemerkt werden konnten. Diese Sachlage veranlaßte mich, die Einschnürung noch bei anderen Pflanzen und Tieren nachzuweisen. Im folgenden möchte ich noch andere eigene Beobachtungen der Einschnürung der somatischen Chromosomen bei einigen Pflanzen und Tieren beschreiben und einige Erörterungen daran knüpfen. Was die Einschnürung der meiotischen Chro-

somen betrifft, so werden sie später bei der Diskussion der Vierergruppen ausführlicher geschildert werden.

Ich ging zunächst von der Hoffnung aus, daß vielleicht bei den *Vicia*-Arten und den damit naheverwandten Gattungen die Einschnürung der Chromosomen am leichtesten nachzuweisen wäre. In dieser Absicht habe ich die Wurzelspitzen der Keimlinge der folgenden Pflanzen auf gewöhnliche Weise mit FLEMING'scher Lösung fixiert und als Paraffinschnitte untersucht. Die Färbung geschah meist mit HEIDENHAIN'S Hämatoxylin. Es wurde besondere Aufmerksamkeit auf die Einschnürung, Größe und Zahl der Chromosomen der Kernplatte und Anaphase gerichtet.



Textfig. 2, a-m. Kernplatten in Polansicht und Spiremstadien der somatischen Zellen einiger *Vicia*-Arten und der damit nahe verwandten Gattungen, und eine Diakinese von *Vicia Cracca*. a) somatische Kernplatte von *Vicia atropurpurea* (Ach. 18. muu \times Komp. 12). b) somatische Kernplatte von *Vicia pseudo-cracca* („). c) somatisches Spirem von *Vicia-pseudo-cracca* („). d) somatische Kernplatte von *Vicia Cracca* („). e) Diakinese einer Pollenmutterzelle von *Vicia Cracca* („). f) somatische Kernplatte von *Vicia sativa* („). g) somatische Kernplatte von *Vicia pseudo-orobus* („). h) somatische Kernplatte von *Vicia unijuga* („). i) somatische Kernplatte von *Lathyrus vernus** („). j) somatische Kernplatte von *Lens esculenta* („). k) somatisches Spirem von *Lens esculenta* („). l) somatische Kernplatte von *Pisum sativum* („). m) somatische Kernplatte von *Vicia Faba* („).

Vicia atropurpurea (Textfig. 2, a).

Die Chromosomenzahl beträgt 14. Zwei Chromosomen sind verhältnismäßig kurz und schnüren sich entfernt vom Ende ein.

Vicia pseudo-cracca (Textfig. 2, b und c).

Die Chromosomenzahl beträgt 14. In zwei Chromosomen findet die Einschnürung statt. Die Chromosomen sind im allgemeinen kurz. Auch in den prophasischen Knäueln kommt die Einschnürung zum Vorschein.

Vicia Cracca (Textfig. 2, d und e).

Die Chromosomenzahl beträgt 12, diese Zahl sowie die Haploidzahl 6 wurden in meiner früheren Arbeit 1914 schon festgestellt. Zwei Paare der relativ langen Chromosomen schnüren sich ein, ein Paar am Ende und ein anderes etwa in der Mitte. Die somatische Einschnürung wird auch in den diakinetischen Gemini konstatiert.

Vicia pseudo-orobus (Textfig. 2, g).

Die Chromosomenzahl beträgt 12. Acht Chromosomen sind am Ende oder fast in der Mitte eingesehnürt.

Vicia sativa (Textfig. 2, f).

Die Haploidzahl 6 wurde in den Pollenmutterzellen konstatiert; die Diploidzahl beträgt 12. Die Einschnürungen dagegen wurden von mir nicht untersucht.

Vicia unijuga (Textfig. 2, h).

Die Chromosomenzahl beträgt 24; die Haploidzahl 12 wurde in der Anaphase der heterotypischen Kernteilung bestätigt, also ist diese Art vielleicht tetraploid. An den Enden der vier gleich langen Chromosomen, die alle homolog sind, findet die Einschnürung in gleicher Weise statt. Daher dürfte diese tetraploide Chromosomenzahl nicht durch Querteilung aller Chromosomen, sondern durch Längsspaltung verursacht werden. Es ist interessant, dies damit zu vergleichen, daß bei *Vicia Faba* auch die durch Chloralisierung gebildeten didiploiden Zellen die doppelte Zahl an M-Chromosomen und deren konstante Einschnürungen besitzen.

Lathyrus vernus (Textfig. 2, i).

Die Chromosomenzahl beträgt 14. Zwei lange homologe Chromosomen schnüren sich am Ende ein.

Pisum sativum (Textfig. 2, l).

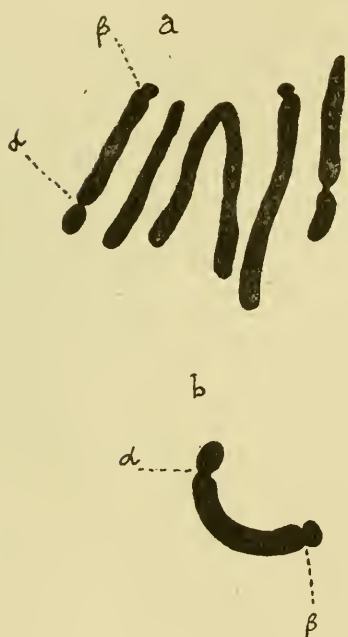
Die Chromosomenzahl beträgt 14; diese Zahl ist auch von CANNON (1903), NĚMEC (1904), STRASBURGER (1907) und KEMP (1910) angegeben. An den Enden der zwei homologen Chromosomen kommt die Einschnürung zum Vorschein, was Kemp (1910) schon beobachtet hat. Es sei aber bemerkt, daß die End-Einschnürung hier etwas anders ist als bei den gewöhnlichen am Ende eingeschnürten Chromosomen. Hier ist die Einschnürungsstelle nicht nur auf die Insertionsstelle beschränkt. Diese Chromosomen werden am äußersten Ende von den Zugfasern erfaßt, wobei die Einschnürungen der Tochterchromosomen in der Anaphase sich gemäß Fig. 36 einstellen. Die unter normalen Umständen schwer sichtbare Einschnürung findet sich auch bei allen anderen Chromosomen; bei der Chloralisierung ist sie deutlich nachweisbar, wie bei *Vicia Faba*. Diese Einschnürung, oder besser gesagt ihre Anlage, scheint in den gekrümmten Teilen einiger Chromosomen sich versteckt zu halten. Bei der Chloralisierung können fünf oder sechs Paare der die Einschnürungsanlagen tragenden Chromosomen nachgewiesen werden.

Lens esculenta (Textfig. 2, j und k).

Die Chromosomenzahl beträgt 14. Fast in allen Chromosomen findet die Einschnürung statt. Man kann auch in den prophasischen Knäueln die Einschnürung erkennen.

Aus den oben erwähnten Beobachtungsergebnissen geht hervor, daß unter den verschiedenen *Vicia*-Arten und ihren nahestehenden Gattungen, d. h. in *Viciae*, die Chromosomenzahlen 12 und 14 sich überall verbreitet finden. Die Chromosomen dieser Pflanzen weisen ferner mehr oder weniger die konstante Einschnürung auf. Sodann kann man nach der Größe und Form der Chromosomen die Kernplatten der Arten einer Gattung erkennen, die die gleiche Chromosomenzahl besitzen, aber verschieden sind.


Außerdem habe ich die Einschnürung in den somatischen Chromosomen bei *Fritillaria camtschatensis* (Textfig. 3), *Secale cereale* und *Triticum monococcum* (Fig. 34) und auch in den Chromosomen der Spermatogonien von *Rana temporaria* (Fig. 37 und 38) beobachtet. Ja, bei flüchtiger Beobachtung wurde sie selbst in den somatischen Zellen der Wurzelspitzen von *Aucuba japonica*, *Lilium cordifolium*, *Lilium Martagon*, *Oryza sativa* und *Phascolus vulgaris* gefunden. Bei *Fritillaria camtschatensis* ist besonders hervorzuheben, daß in Textfig. 3 ein Chromosom an beiden Enden eingeschnürt ist. Später erst, wenn wir auf die künstlichen Eingriffe in die Kernteilung zu sprechen kommen, ferner auch bei den Untersuchungen über die meiotischen Chromosomen kann man den Beweis führen, daß die Einschnürung auch bei *Zea Mays*, *Hyla*, *Lepus* u. a. sich findet.



Textfig. 3, a und b. Chromosomen in einer Wurzelspitze von *Fritillaria camtschatensis*. a, in der Anaphase (Apoch. 1.5 mm \times Komp. 12). b, in der Metaphase (). d- und β -Einschnürungen in a entsprechen denjenigen in b.

In der Literatur findet man wohl hier und da Angaben über die Einschnürungen oder ähnliche Erscheinungen der Chromosomen. Um meine Ansicht, daß die Einschnürung eine verbreitete Erscheinung ist, weiter zu stützen, habe ich im folgenden eine möglichst ausführliche Zusammenstellung der Tatsachen versucht, die in der Literatur erschienen sind¹⁾.

Soweit ich bemerken kann, äußert sich als erster FLEMMING (1882) folgenderweise über diesen Punkt. „Man findet ausnahmsweise in den Äquatorialplatten einzelne Segmente, die viel kürzer sind als alle übrigen. Jedenfalls ist dies nichts Reguläres—man muß es möglich lassen, daß es sich dabei wirklich um vitale Abtrennung kleiner Segmente handelt, wahrscheinlicher ist es mir aber, daß die Sache auf einer künstlichen Zerfällung durch die fixierenden Reagentien beruht.“ (S. 236)²⁾

Ob diese Segmentierung mit der Einschnürung identisch ist, läßt sich nicht feststellen. JANSSENS (1901, S. 59 und 63) in den Spermatogonien von *Triton*, und GREGOIRE und WYGAERTS (1904, S. 43) bei somatischen Zellen von *Trillium* haben „fentes transversales“ gefunden. Wenn wir auch nicht mit Sicherheit behaupten, dass diese Segmentierung auch hier künstlich erzeugt worden ist, so ist dies doch wahrscheinlich, denn ihren Beschreibungen und Abbildungen nach zu urteilen, kamen diese „fentes transversales“ dabei in nebenstehender Form  so scharf zum Vorschein, als ob sie durch das Messer querschnittten wären. Dies ist meistens ein Zeichen der Artefakte. MARCUS (1906, S. 451) hat seinerseits darauf hingewiesen, daß oft quergeteilte Stäbchen in den Blastomeren von *Ascaris canis*³⁾ auftreten und die Chromosomen in der Urgeschlechtszelle anscheinend wieder in reduzierter Zahl sich finden. Ob diese Querkerbe seinen Grund in einer Symmixis der elterlichen Chromosomen hat, wie er glaubt, wird später erörtert werden; hier möchte ich nur sagen, daß diese Querkerbe wahrscheinlich mit der Einschnürung ganz identisch sein dürfte. TENNET (1907, S. 310)

1) Leider konnte ich DELLA VALLES Arbeit nicht zu Gesicht bekommen, in der die Einschnürung der Chromosomen erwähnt ist.

2) Zit. nach LUNDEGÅRDH (1912 b, S. 451).

3) Dieses Tier ist nach WALTON (1918, s. 528) in Wirklichkeit *Ascaris triquetra* SCHANK.

hat geschildert, daß alle Chromosomen der Spermatogonien und Furchungszellen von *Asterias vulgaris* immer etwas eingeschnürt seien oder Hantelform besitzen (Fig. 1 und 6). GRÉGOIRE (1909) hat einige Figuren der Kernplatte der Mitosis der acht- und zweizelligen Embryonen von *Zoogonus mirus* (Fig. 1 und 2) abgebildet und sagt in der Erklärung zu diesen Figuren: „On remarquera l'amincissement des chromosomes vers l'extrémité par laquelle ils s'insèrent au fuseau et de plus on notera le petit renflement que se produit souvent au point d'insertion“ (S. 250). Wenn die in den vorhergehenden Paragraphen geschilderten Tatsachen berücksichtigt werden, so kommt jeder auf den ersten Blick dieser Figuren darauf, daß dieses „l'amincissement“ nichts anderes ist als die fixierte konstante Einschnürung der Chromosomen.¹⁾ GOLDSCHMIDT (1908), SCHREINER (1908) und WASSERMANN (1913) haben die Kernplatten der somatischen Mitosis dieses Tieres mit mehr oder weniger eingeschnürten Chromosomen auf ihren Figuren dargestellt. Bei der Beschreibung der Struktur der somatischen Chromosomen wurde diese Erscheinung wieder von JANSSENS (1909) besprochen. Von der Ursache der Segmentierung (tronçons) sagt er: „Il n'est donc pas probable que la structure et les propriétés des chromosomes sont les mêmes sur toute leur longueur. Ils possèdent des points de moindre résistance; ils sont probablement divisés en articles ou segments“ (S. 398). Was die Entstehungsweise der Einschnürung betrifft, möchte ich aber erst später auf die betreffenden Stellen verweisen.

Wir können auch die Chromosomen der Insekten oft als Beispiele dieser Erscheinung nehmen. Nach BUCHNER (1909, S. 176) gibt es in der Oogonienteilung von *Gryllus* einige Chromosomen mit stumpfen Enden und einem deutlichen Querspalt. ROBERTSON (1916) hat in den Spermatogonien von *Pittigidaea parvipennis* und *Charthippus curtipennis* bestimmte eingeschnürte Chromosomen gefunden, die letzteren sind aber nach ihm als „compound chromosomes“ zu bezeichnen, da sie durch Endenverklebung der

1) Dies wird zwar auch in den Fig. 8 und 9 konstatiert.

zwei Chromosomen entstanden sind. Aber es scheint mir, daß es auch hier sich um echte Einschnürungen handelt. Auch bei *Periplaneta americana* beobachtete MORSE (1909, S. 488) Spermatogonien der zweiten Ordnung mit 33 hantelförmigen Chromosomen. Bei *Culex*-Arten wurde von STEVENS (1910, S. 211 und 214) eine derartige Figur (Fig. 11) in der Kernplatte der Spermatogonien abgebildet, aber das scheinbar eingeschnürte Chromosomenpaar scheint ihm nicht zwei eingeschnürte Chromosomen darzustellen; nach seiner Meinung ist es durch die Endenverschmelzung eines kleinen ungleichgroßen Paares der Heterochromosomen mit einem größeren und gleichgroßen Paar der Autosomen entstanden. Kürzlich hat auch WHITING (1917) dies in der Spermatogonienteilung von *Culex pipiens* bemerkt, und das kleinere ungleichgroße Paar, das ihm aus Heterochromosomen zu bestehen scheint, als „diffuse body“ bezeichnet. Daneben hat er (1917, S. 527) hervorgehoben, daß die gewöhnlichen Chromosomen in der Anaphase A Neigung zeigen, sich in der Mitte einzuschnüren und am Ende anzuschwellen. Es sei bemerkt, daß solche eingeschnürte Formen der metaphasischen Chromosomen auch sonst in anderen Dipteren oft getroffen werden können. METZ (1914, S. 49) hat angegeben, daß zwei Paare der großen Autosomen in den Spermatogonien von *Drosophila amoena* und der Oogonien von *Drosophila ampelophila* mehr oder weniger hantelförmig gestaltet sind, indem sie je eine bestimmte Einschnürung in der Mitte besitzen. Nach METZ' Erwähnung wäre es nicht unmöglich zu schließen, daß diese Einschnürung der Chromosomen bei Dipteren ebenso beständig an einem bestimmten Teile auftritt, wie bei *Vicia Faba* und bei anderen von mir beobachteten Pflanzen und Tieren. Es interessiert mich dieses Verhältnis umso mehr, als noch eine weitere Zitation aus der Arbeit von METZ (1914, S. 49) zeigt, daß auch er für die metaphasischen und metakinetischen Chromosomen die V- oder U-Form konstatiert hat, und deren Scheitelpunkt d. h. den eingeschnürten mittleren Teil mit dem Insertionspunkt der Zugfasern in Zusammenhang bringt. Ganz Ähnliches haben wir bei den M-Chromosomen gesehen. Obwohl BROWNE (1916) eine auffällige Tendenz bei dem X-Chromosom in der Spermatogonien-

teilung von *Notonecta indica* eine auffällige Tendenz sich zu segmentieren, bemerkt hat, so hat er fast keines dieser Anzeichen in den diploiden Zellen gefunden (S. 132-135). Trotzdem können wir nicht hieraus sogleich schließen, daß das X-Chromosom in den diploiden Zellen keine Neigung zur Einschnürung habe. In seinem auf Fig. 115 dargestellten Bild der Chromosomen in der Oogonienteilung ist die Einschnürung in der Nähe des Endes ziemlich deutlich ersichtlich, und dazu sagt er: „I have examined many groups, and have always found X represented by a chromosome of almost equal width throughout its length, with sometimes a slight tendency toward notching at one or both ends“ (S. 315). FOOT und STROBELL (1912, S. 58 und 1914, S. 492-493) haben das Vorhandensein der Abschnürung von kleinen Chromatinteilen von den Chromosomen somatischer Zellen sowie der Spermatocyten von *Eusistus* gefunden. Besonders in den schlanken Chromosomen der Embryonen findet die Einschnürung oder Abschnürung oft an einem bestimmten Punkt in einem oder beiden der homologen Chromosomen statt. Ob diese Erscheinung normal oder pathologisch auftritt, oder der falschen Technik zuzuschreiben ist, konnten sie nicht entscheiden.

Die eingeschnürten Chromosomen in der späteren Prophase sehen wir auch in den Urgeschlechtszellen von Nauplius, Metanauplius und den jungen Weibchen von *Diaptomus laciniatus* (KRIMMEL, 1910). KRIMMEL (1910, S. 782-783) hat diese der Diakinese ähnlichen Phasen als „Deutodiakinese“ bezeichnet, und er hat dabei 28 hantelförmige, bzw. scheinbar zweiteilige Chromosomen gezählt, also die nicht reduzierte diploide Zahl dieses Tieres. Auf die Chromosomen von Copepoden möchte ich später nochmals ausführlicher zurückkommen, hier sei es gestattet hervorzuheben, daß die Einschnürung der fast fertigen Chromosomen innerhalb der prophasischen Kernmembran der somatischen Zellen auch bei *Vicia pseudocracca* und *Lens esculenta* beobachtet werden kann, und daß diese Chromosomen ohne Änderung in die Metaphase übergehen.

Eine wertvolle Arbeit über die Einschnürung der Chromosomen bei *Lepidosiren* hat AGAR (1912) veröffentlicht. Er hat sie in

verschiedenen Zellarten wahrgenommen, nämlich nicht nur in Nervenzellen, Muskelzellen, Mesenchymzellen und anderen somatischen Zellen der verschiedenen Gewebe der Larven, sondern auch in Spermatogonien und in der meiotischen Teilung. In der Zusammenfassung dieser Arbeit sagt er folgendermaßen (S. 295-296):

- (1) The tendency for chromosomes to become transversely segmented or constricted is a wide-spread characteristic. It becomes operative especially, but not solely, whenever the chromosomes are short in comparison with their length, as happens normally in meiosis, and exceptionally in somatic tissues.
- (2) The point at which the constriction or segmentation takes place in any given chromosome is constant for that chromosome, and is the same as the point at which it most readily bends to form the angle of the **V** when present in that form.
- (3) The constancy of the position at which transverse segmentation takes place indicates a constant differentiation of the chromosome in a lengthwise direction.
- (4) The presence of transverse constriction or joints in chromosomes is not, without special evidence, to be taken as an indication of bivalency, or of a future division plane" (S. 295-296).

Es scheint mir, daß die bei *Lepidosiren* beobachtete Einschnürung ganz in derselben Weise wie bei *Vicia Faba* vor sich geht, und zwar interessiert es mich besonders, daß der Einschnürungspunkt immer mit dem Scheitelpunkt des Winkels übereinstimmt. Daß an diesem Scheitelpunkt die Chromosomen an den Spindelfasern befestigt sind, ist selbstverständlich.

Nun wollen wir auf die Literatur des pflanzen cytologischen Gebietes zu sprechen kommen. Außer den schon genannten Autoren, welche die Einschnürung bei *Vicia Faba* beschrieben haben, haben noch andere sie bei verschiedenen Pflanzen gefunden.

Bei *Allium cepa* hat LUNDEGÅRDH (1912b) einige quersegmentierte Chromosomen beobachtet. Er sagt, daß die metaphasischen Chromosomen sich gern in der Mitte, nämlich in dem Scheitelpunkt eines V-förmigen Winkels segmentieren (S. 394-395). Er ist der Ansicht, daß die Quersegmentierung der Chromosomen bei *Allium cepa* ebensowenig wie bei *Vicia Faba* regelmäßig auftritt (S. 394-395 und 414). Auch SCRISTOW (1913, S. 372) hat diese Erscheinung bei dieser Pflanze als ein artifiziell erzeugtes Produkt

aufgefaßt. Auch in der berühmten Mutante *Oenothera lutea* kommen eingeschnürte Chromosomen zum Vorschein. GATES (1912, S. 1001) hat darauf hingewiesen, daß fast alle Chromosomen in einem Stadium der Telophase mediane Einschnürung in sich aufweisen, die ihnen das Aussehen einer Hantel geben. Aber er konnte nicht sicher sagen, ob diese Einschnürung immer auftritt oder nicht, obschon sie häufig genug stattfindet. Später haben GATES und THOMAS (1914) die Segmentierung in den somatischen Chromosomen dieser Pflanze und von *Oenothera semilata* wahrgenommen, und auch LUTZ (1916, S. 516-517) hat derartiges bei *Oenothera*-Mutanten mit diminutiven Chromosomen gefunden. Die letzte Autorin ist aber der Meinung, daß diese scheinbaren Segmente wenigstens in den meisten Fällen nur vollständige Chromosomen mit „clear areas“ oder ungefärbten Teilen darstellen (Fig. 7, 8, 9 und 10). Häufig werden zwei solche „clear areas“ in einem Chromosom gefunden, indem sie dem Chromosomkörper ein Aussehen geben, als ob er in drei Teile geteilt wäre. Diese „clear areas“ hat sie nicht nur in metaphasischen, sondern auch in prophasischen, sowie anaphasischen Chromosomen getroffen (Fig. 6, 12 und 13). Ich glaube sicher, daß diese Quersgmentierung von GATES und THOMAS, und „clear areas“ von LUTZ, mit der von mir als Einschnürung bezeichneten Eigenschaft ganz identisch oder wenigstens homolog sind.

Der Forscher, der seine Aufmerksamkeit besonders der Einschnürung der pflanzlichen Chromosomen geschenkt hat, ist S. NAVASHIN. In seiner leider russisch geschriebenen Arbeit (1914), ohne deren Kenntnis ich meine vorläufige Mitteilung (1915) veröffentlicht habe, hat er angegeben, daß die somatischen Chromosomen von *Fritillaria tenella* und *Galtonia candicans* an bestimmten Stellen sich einschnüren. Verstehe ich seine Ausführungen richtig, so schildert er diese Eigenschaft der Chromosomen folgendermaßen: Bei *Fritillaria* (S. 5-12) schnüren sich die größten Chromosomen in der Mitte, die mittelgroßen näher dem Ende und die kleinen fast am Ende ein. Diese Einschnürung tritt auch in der späteren Prophase als ein Loch in den fertigen Chromosomen auf und kann bis zur früheren Anaphase verfolgt werden. Wie bei *Vicia Faba*

und einigen anderen Pflanzen und Tieren stimmt der Einschnürungspunkt immer mit dem Insertionspunkt der Zugfasern überein, und daher ist die Form der anaphasischen Tochterchromosomen **V**, **1** resp. **i**. Bei *Galtonia* (S. 13–14) befindet sich die Einschnürung immer fast am Ende der Chromosomen, dadurch sehen die Chromosomen so aus, als ob sie an ihren Enden von je einem kleinen chromatischen Körperchen begleitet wären. Ganz Ähnliches kann man in einem Paar der Chromosomen von *Triticum monococcum* wahrnehmen (meine Fig. 34). NAVASHINs Meinung nach bedeutet „die Ritze“ die Umbiegungsstelle der Chromosomenschenkel und das Vorhandensein einer längsweisen Organisation der Chromosomen, was auch JANSSENS (1909, S. 398) und AGAR (1912, S. 293–295) betont haben. Bald darauf hat S. NAVASHIN (1915) noch darauf hingewiesen, daß es bei *Galtonia candicans* sowie *Muscari tennifolium* Kerndimorphismus hinsichtlich der Einschnürung der Chromosomen gebe, und daß die Heterozygoten, die infolge der Kreuzung zwischen diesen kerndimorphen Individuen entstehen, immer kräftiger wachsen als die Homozygoten. Soweit meine Untersuchungen bisher gediehen sind, habe ich keinen solchen Kerndimorphismus konstatiert. In Tabelle I z.B. besitzen die homologen M-Chromosomen fast aller untersuchten Pflanzen von *Vicia Faba* die beiden m- und e-Einschnürungen und zwar konnte ich bei den bisher wiederholten Beobachtungen keine derartige Einschnürung in den M-Chromosomen nachweisen. Vom Gesichtspunkt der experimentellen Vererbungslehre aus ist es sehr wünschenswert, daß dieser Kerndimorphismus weiter verfolgt und auch bei anderen Pflanzen gefunden wird.

Zur Einschnürung der pflanzlichen Chromosomen haben auch drei Schüler S. NAVASHINs Beträchtliches geleistet. TSCHERNOYAROW (1914) bei *Najas major*, M. NAVASHIN jun. (1915) bei *Crepis virens* und DELAUNAY (1915) bei einigen *Muscari*-Arten haben konstante Einschnürung gefunden. Diese Arbeiten möchte ich später noch einmal ausführlich berücksichtigen. Hier soll nur gesagt sein, daß nach M. NAVASHIN jun. zwei von drei Chromosomen in den Pollenkörnern von *Crepis virens* die konstante End-Einschnürung aufweisen, und daß dieselbe auch in den homologen Chromosomen

in den somatischen Kernen und den triploiden Endospermakernen konstatiert wird. Bald nach der Veröffentlichung meiner vorläufigen Mitteilung hat Ōsawa (1916) bei *Morus*-Arten ein dem bei den M-Chromosomen von *Vicia Faba* ähnliches Verhalten gefunden. Bei den meisten Arten, deren diploide Chromosomenzahl 28 beträgt, gibt es immer ein Paar große, in der Mitte eingeschnürte Chromosomen. Er hat auch diese Chromosomen in demselben Sinne wie bei *Vicia Faba* als M-Chromosomen aufgefaßt. Ōsawa hat weiter noch die interessante Tatsache mitgeteilt, daß man drei dieser eingeschnürten M-Chromosomen bei triploiden Arten, die 42 Chromosomen besitzen, finden könne.

Es ist nicht zu leugnen, daß es zahlreiche Autoren gibt, welche die Einschnürung der Chromosomen dann und wann bei ihren cytologischen Arbeiten beiläufig bemerkt haben. Trotzdem gibt es zur Zeit nur wenige Arbeiten, bei denen diese Erscheinung als Hauptthema ganz eingehend untersucht worden ist. Obwohl einige Autoren die Einschnürung der Chromosomen bei einigen Organismen beschrieben und abgebildet haben, so haben sie diese Eigenschaft in den bestimmten Chromosomen nicht eingehend verfolgt. Die Behauptung, daß die Einschnürung der Chromosomen, die zahlreiche Forscher bei verschiedenen Pflanzen und Tieren beobachtet haben, erblich fixiert ist, wie bei *Vicia Faba*, kann selbstverständlich erst nach eingehenden Untersuchungen gewagt werden. Aber es scheint mir zu skeptisch, diese Einschnürung als nicht homolog derjenigen der M-Chromosomen aufzufassen, wenn es sich um den Unterschied zwischen dieser echten Einschnürung und der artifiziell erzeugten Fragmentation handelt. Jedenfalls unterliegt es nun keinem Zweifel, daß die konstante Einschnürung der Chromosomen im Pflanzen- und Tierreiche überall verbreitet ist, und daß immer an den Insertionsstellen der Zugfasern die Chromosomen eingeschnürt sind oder die Anlage der Ein-

1) Wie ich einem Referat aus dem Bot. Centralbl. (1915, S. 183) entnehme, haben S. NAVASHIN und TSCHERNOYAROW die kleinen Chromosomen, die mit anderen großen durch Verbindungsfäden zusammen hängen, als deren „Trabanten“ oder „Satelliten“ bezeichnet. DELANNAY hingegen bezeichnet die kleinen Teile der eingeschnürten Chromosomen als „Detachments.“

schnürung besitzen. Diese Tatsachen werden später aus anderen Gründen weiter bestätigt werden. Hier möchte ich noch hervorheben, daß wir nicht übersehen dürfen, daß selbst die Chromosomen der Zellen des Menschen ja auch eingeschnürt sind. WIEMAN (1912, S. 465-468) hat eingeschnürte Chromosomen in den Mesenchymzellen des Menschen beobachtet und diese Figur in seiner Arbeit abgebildet (Fig. 3 und 10).

III. Einwirkung der äußeren Reize auf die somatische Mitosis.

Es gibt auf unserem Forschungsgebiete manchmal solche Fälle, wo die Lebenserscheinungen nicht nur unter normalen Zuständen beobachtet werden sollten, sondern wo es auch nötig ist, experimentelle Versuche anzustellen, um in das Wesen derselben einzudringen. Selbstverständlich gilt dies auch für die mitotische Erscheinung und die dabei auftretenden Teilungselemente. Wenn die cytologischen Untersuchungen nur auf normale Zustände beschränkt sind, müssen wir die Frage nach der Teilungsmechanik und der Form und Größe der Chromosomen immer wieder als zu einseitig beschränkt erklären. Für die überraschenden Chromosomenformen der Vierergruppen z. B., die in den auf gewöhnliche Weise fixierten somatischen Geweben gefunden werden, sind bisher verschiedene teleologische Annahmen aufgestellt worden, die aber nicht genügend Rücksicht auf die dabei herrschenden abnormen Bedingungen nehmen. Es läßt sich nicht leugnen, daß diese abnormen oder ungewöhnlichen Bedingungen auch in der Natur vorkommen können. Auch die heute von zahlreichen Autoren beobachtete x-ploide, ja selbst zum Teil nicht x ploide Beziehung muß ursächlich mit diesen abnormen Bedingungen bzw. Teilungsanomalien in Verbindung gebracht werden. In dieser Hinsicht scheint es mir, daß das Gesetz der bestimmten Beziehung der Chromosomenzahl unter naheverwandten Arten erst dann erklärt wird, wenn die abnormen Teilungserscheinungen ausführlich studiert worden sind.

Über die natürlich oder künstlich hervorgerufenen Anomalien.

der Teilungsphänomene des Zellkernes besitzen wir zahlreiche Arbeiten, die beachtenswerte Resultate in sich schließen. Bei derartigen Versuchen ist es sehr wichtig, die Objekte, die zahlreiche Teilungsfiguren enthalten, leicht und in genügender Menge bekommen zu können. Obwohl auf zoologischem Gebiete die Erfüllung dieser Bedingung nicht ausgeschlossen ist, so haben wir mit pflanzlichen Materialien in diesem Punkt einen großen Vorteil. Als bequemes embryonales Gewebe, das sich stets beschaffen und gut handhaben läßt, dienen die Keimwurzelspitzen verschiedener Phanerogamen.

Es ist längst bekannt, und auch ich konnte es oft konstatieren, daß die verschiedenen Narkotika sich zu unserem Zwecke als besonders geeignete Mittel darbieten. Um aber festzustellen, ob sie die spezifische Eigenschaft haben, die verschiedenen Teilungsanomalien hervorzurufen, habe ich gleichzeitig auch Versuche mit anderen chemischen sowie physikalischen Faktoren unternommen. In der vorliegenden Arbeit wurden also als äußere Reize die folgenden chemischen, physikalischen und parasitischen Reizmittel angewandt.

1. Chloralisierung.
2. Benzindämpfe.
3. Ätherisierung.
4. Chloroformdämpfe.
5. Salzsäure Kokain.
6. Kohlendioxyd.
7. Hohe Temperatur.
8. Elektrische Funken.
9. Röntgenstrahlen.
10. Plasmolyse.
11. *Heterodera*-Infektion.

In erster Linie kommt dabei die Chloralisierung, die durch die große Arbeit von NĚMEC berühmt geworden ist, in Betracht. Da die Chloralhydratlösung das bequemste Wirkungsmittel ist und zwar leicht reversible interessante abnorme Teilungsfiguren hervorruft, so möchte ich auf die Einzelheiten der Beschreibung und

Erörterung der erhaltenen Resultate näher eingehen.

Als Versuchsobjekte dienten die oft von verschiedenen Forschern und auch mir schon gebrauchten Wurzelspitzen von *Vicia Faba* und *Pisum sativum*, die in feuchten Sägespänen gezogen wurden; außerdem kamen noch die Keimwurzeln von *Zea Mays* hinzu. Da die Teilungsabnormitäten und die Entstehung der didiploiden Kerne sowie der zwei- oder mehrkernigen Zellen eine bestimmte Zeit erfordern, und einige Stunden nach der Behandlung mit den Reizmitteln die wichtigste Beobachtungszeit ist, habe ich die behandelten Objekte in dieser Zeit möglichst in Serien fixiert.

1. Chloralisierung.

Die ersten Untersuchungen über die Einwirkung des Chloralhydrates auf die Kernteilung der pflanzlichen Zellen wurden, soweit sie das gleiche Arbeitsfeld wie das vorliegende betreffen, fast zu gleicher Zeit von WASIELEWSKI (1903 und 1904) und NĚMEC (1903 und 1904) veröffentlicht. Es gelang WASIELEWSKI in den chloralisierten Wurzelspitzen von *Vicia Faba* regelmäßig wiederkehrende Figuren zu erhalten, die er als amitotische Teilung deutete. NĚMEC (1904) bestritt mit Recht das Vorhandensein jener Amitose von WASIELEWSKI und schlug dafür die Annahme vor, daß die durch die Einwirkung des Chloralhydrates geschaffene doppelte Chromosomenzahl bald durch das Vorkommen einer Reduktionsteilung autoregulativ auf die Hälfte herabgesetzt werde. Aber diese Annahme konnte nicht ganz einwandfrei bewiesen werden; STRASBURGER (1907_b) und KEMP (1910) bestritten die somatische Reduktionsteilung in den chloralisierten Wurzelspitzen von *Vicia Faba*, *Pisum sativum* u. a. Trotz dieser Einwände betonte NĚMEC (1910) in seiner umfangreichen Arbeit immer wieder seine Ansicht, indem er einige Figuren hinzufügte, die sehr zutreffend zu sein schienen. Im Jahre 1911 verneinte STRASBURGER wieder die somatische Reduktionsteilung, weiteren Untersuchungen setzte aber der Tod dieses Forschers ein Ende. Seitdem nun auch LUNDEGÅRDH (1914_a) auf ein negatives Resultat gekommen ist, beschäftigt sich niemand mehr mit dieser Frage, weshalb sie aus der Diskussion ausschied.

Bei den Studien, die ich, anfangs um eine vorhergehende Arbeit (1915) zu ergänzen, angestellt habe, wurde auch die Chloralisierung der Wurzelspitzen von *Pisum sativum* und *Vicia Faba* ausgeführt. Dabei fand ich die ganz unerwartete Tatsache, daß in diesen Wurzelspitzen Vierergruppen oder geminiähnliche Gebilde gefunden werden. Diese Figuren waren der Anschauung NĚMECS sehr günstig, weil, wenn die Bildung der Vierergruppen nicht nur auf diese allotypische Teilung beschränkt ist, sondern auch in den somatischen Zellen zum Vorschein kommt, eventuell die Möglichkeit der somatischen Reduktionsteilung wahrscheinlich würde. NĚMEC (1910) äußert sich in der Einleitung seines Werks folgendermaßen: „Daneben habe ich Figuren getroffen, welche nicht typisch waren, in denen sich vielmehr zu den Polen Doppelchromosomen bewegten. STRASBURGER (1907) hat das Vorkommen solcher Figuren bestritten, doch konnte ich einige ganz überzeugende Mitose finden, wo die Kernplatte in einer didiploiden Zelle eine diploide Anzahl von Tetraden aufwies und solche, wo sich an den Polen der Teilungsfigur ganz deutliche Doppelchromosomen befanden. Diese Figuren, die bei *Allium* und *Pisum*, wo sie gefunden wurden, in vegetativen Zellen sonst nie vorkommen, deutete ich als Reduktionsfigur“ (S. 7). KEMP (1910) hat sich mit dieser Figur etwas beschäftigt, aber es scheint mir, daß noch vieles unterlassen worden ist, um das Wesen dieser Figuren eingehender zu untersuchen. Anderseits stehen die bei der Chloralisierung auftretenden Teilungsanomalien zu verschiedenen cytologischen Problemen in enger Beziehung. Aus diesen Gründen kam ich auf den Gedanken, daß es der Mühe wert wäre, die Chloralisierungsversuche der somatischen Zellen von Neuem aufzunehmen.

Als Versuchsmaterial dienten mir Keimwurzelspitzen von *Vicia Faba*, *Pisum sativum*, *Zea Mays* und *Allium cepa*. Die Samen der drei erst genannten Pflanzen wurden fast 35 Stunden lang in Wasser belassen, welches durch Zufluß immer ein wenig gewechselt wurde. Nach der Aufquellung der Samen setzte man sie in feuchte Sägespäne, um die geeigneten Keimwurzeln zu bekommen.

Versuch I.

Zuerst wurde die Chloralisierung nach der NÉMECSCHEN Vorschrift (1904) ausgeführt, um ganz sichere Vergleiche zu ermöglichen. Die Spitzen der fast 3 cm langen Keimwurzeln von *Vicia Faba minor* wurden in eine 0.75 %ige Chloralhydratlösung gelegt, nach einer Stunde herausgenommen, sodann eine Stunde lang in fließendem Leitungswasser von 20 °C ausgewaschen, und wieder in feuchte Sägespäne gesetzt.

Vicia Faba minor.

3. VII. 1916.

Sägespäne 27°C.

Wasser 24°C.

Chloralhydrat 0.75%.

10 Uhr vorm.—11 Uhr vorm., einstündige Chloralisierung.

11 Uhr vorm.—12 Uhr mittags, einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

I. 11 Uhr vorm., sofort.

II. 12 „ mittags, nach einstündigem Auswaschen.

III. 1 „ nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägesp.

IV. 2 „ „ „ „ „ 2 stündigem „ „ „ „

V. 3 „ „ „ „ „ 3 stündigem „ „ „ „

VI. 4 „ „ „ „ „ 4 stündigem „ „ „ „

VII. 5 „ „ „ „ „ 5 stündigem „ „ „ „

VIII. 6 „ „ „ „ „ 6 stündigem „ „ „ „

IX. 7 „ „ „ „ „ 7 stündigem „ „ „ „

X. 8 „ „ „ „ „ 8 stündigem „ „ „ „

3 Uhr 30 nachm.—4 Uhr 30 nachm., einstündige Chloralisierung.

4 Uhr 30 nachm.—5 Uhr 30 nachm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

XI. 10 Uhr 30 vorm. 4. VII, nach einstündigem Auswaschen und 17stündigem Verweilen in Sägespänen.

XII. 3 Uhr 30 nachm.—5 Uhr 30 nachm. 4. VII, nach einstündigem Auswaschen und 22-24 stündigem Verweilen in Sägespänen.

XIII. 3 Uhr 30 nachm. 4. VII oder nachher, nach einstündigem Auswaschen und 27 stündigem oder längerem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin-Lichtgrün.

I. Wurzeln, die sofort nach der Chloralisierung fixiert wurden.

Die Elementeder mitotischen Kernteilung sind in den meisten Fällen in Verwirrung gebracht, aber die Zellen erscheinen noch normal einkernig. Die finalsprematischen Kerne zeigen weder die für die normalen Zellen charakteristischen Polkappen noch Periplast. Die Knäuel sind beträchtlich dicker als normal, und oft mit anhaftenden kleinen chromatischen Körperchen versehen (Fig. 41).

Ganz typische Kernplatten sind in keinem einzigen Falle zu finden. Meistens werden die Zugfasern nicht beobachtet, und die Anordnung der Chromosomen ist mehr oder weniger gestört. Die Chromosomen, die sich schon in der Äquatorialplatte befinden und bereits längsweise gespalten sind, drängen sich bei der Chloralisierung zusammen und bilden einen Haufen. Einige dieser Haufen sind direkt von normalem Cytoplasma berührt, die anderen von einem hyalinen Hof umschlossen (Fig. 42 und 44). Wenn die metaphasischen Chromosomen durch Chloralisierung schwach beeinflußt werden, so drängen sie sich nicht so stark zusammen, wie oben erwähnt, sondern sie werden in geringem Maße kürzer und zerstreuen sich auf verhältnismäßig engem Gebiete in unregelmäßiger Weise (Fig. 45 und 46). Die gewöhnlich schwer sichtbare Einschnürung der Chromosomen kommt zum Vorschein. Der Kürze des Ausdruckes wegen möchte ich diese Einschnürung als „sonst latente Einschnürung“ bezeichnen. Wenn die Membranen der mit dickeren fertigen Chromosomen versehenen Kerne verschwinden, drängen sich die Chromosomen zusammen und bilden einen Haufen, um den herum ein hyaliner Hof ausgebildet ist, aber keine achromatische Substanz ist nachzuweisen. Bald darauf lösen sich diese zusammengedrängten Chromosomen aus dem Haufen heraus, und es zerstreuen sich die gering verkürzten Chromosomen und deren die sonst latente Einschnürung aufweisenden Längshälften ohne bestimmte Anordnung im Cytoplasma. Die Metakinese¹⁾ und die frühere Anaphase werden selten angetroffen. In der Telophase entwickeln sich die Verbindungsfasern und die Phragmoplasten nur wenig oder gar nicht. Durch die Teilungsstörung entstehen Chromosomenbrücken, indem nämlich die beiden Chromosomengruppen durch eine oder zwei Chromosomenschleifen verbunden werden (Fig. 43). Dies kommt wahrscheinlich daher, daß die Teilungsvorgänge in der Metakinese sistiert werden und die Schwesterchromosomen nicht durchwegs auseinanderstreben. Außerdem findet hier aus den Chromosomengruppen, die durch tripolare Teilung¹⁾ oder durch unregelmäßige Zer-

1) In den chloralisierten Wurzeln entsteht keine echte multipolare Teilung, sie ist nur von scheinbarer Natur; d. h. die zu den beiden Polen wandernden Tochterchromosomengruppen werden durch die Chloralisierung in zwei oder mehrere Stücke zersprengt.

streuung entstanden sind, auch die Rekonstruktion der abnormen hyper- oder hypochromsomen Kerne statt. Selbst bei der Rekonstruktion der Tochterkerne sind, ausgenommen in einigen Fällen, der Phragmoplast und die Scheidewandanlage nicht ausgebildet, obwohl eine kaum merkbare Andeutung davon vorhanden sein kann (Fig. 48). Zwei- oder mehrkernige Zellen, sowie hantelförmige Kerne, die NĚMEC (1904, S. 652) schon in diesem Stadium gefunden hat, sind weder in der Teilungszone noch in der Streckungszone beobachtet worden.

II. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen fixiert wurden. Die spirematischen Kerne mit dicken Knäueln kommen in unverminderter Anzahl zum Vorschein; dabei gibt es jedoch keine Spur von Spindelanlagen. Die chromatischen Tropfen sind wenig zahlreich. Weder zwei Polkappen noch Periplast werden beobachtet. Der von einem hyalinen Hofe eingeschlossene Chromosomenhaufen ist hier zahlreicher und auffälliger, als in den sogleich nach der Chloralisierung fixierten Wurzeln. Die Äquatorialplatte ist ganz abnorm und es besteht keine Spur von Spindelfasern. Die Chromosomen oder deren Längshälften, die durch Auflösung des Haufens frei gelassen werden, sind gering verkürzt oder stark verkürzt, weisen die sonst latente Einschnürung in sich auf und erscheinen im Cytoplasma unregelmäßig zerstreut (Fig. 49, 52, 53 und 54). Abnorme Teilungsfiguren in der Anaphase und Telophase erscheinen in ähnlicher Weise wie bei den Wurzeln der Gruppe I. Aus den durch direkte Einwirkung der Chloralisierung eingruppig zusammengedrängten Chromosomenhaufen oder aus den mit Chromosomenschleifen verbundenen Tochterchromosomenhaufen rekonstruiert sich der Kern (Fig. 47). Dann und wann befinden sich hier zweikernige Zellen oder hyperchromosomige Kerne, die letzteren sind wahrscheinlich aus der oben erwähnten eingruppigen Rekonstruktion erfolgt.

III. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die fertigen Chromosomen mit kleinen Mengen von jenen chromatischen Tropfen sind im Finalspiremstadium in großer Anzahl vorhanden. Sie erfahren eine merkwürdige Verkürzung und Verdickung, während

die normalen großen Knäuel an Zahl etwas abnehmen. Man bemerkt aber an den Kernen nie die Polkappen, die den Anfang der Spindel vorstellen. Die von einem hyalinen Hofe eingeschlossenen Chromosomenhaufen treten immer zahlreicher auf, und die betreffenden einzelnen Chromosomen sind dicker. In keinem einzigen Falle ist die normale Kernplatte zu beobachten. Es gibt in diesem Stadium keine Spur von achromatischen Fasern oder Spindelanlagen. Die Chromosomen, die durch Auflösung der Haufen im Cytoplasma unregelmäßig zerstreut sind, erscheinen gering oder auch stark verkürzt und weisen die sonst latente Einschnürung auf (Fig. 49, 52, 53 und 54). Metakinese, Anaphase und Telophase werden nicht angetroffen, ja selbst deren abnorme Figuren kommen nie vor. Die durch die direkte Einwirkung der Chloralisierung zusammengedängten Chromosomenhaufen sind hier noch geblieben. Außerdem gibt es zahlreiche Chromosomenhaufen von ganz anderer Natur, die durch sekundäre Ansammlung der zerstreuten stark verkürzten Chromosomen entstanden sind. Aus diesen beiden Arten von Haufen und den unregelmäßig zerstreuten Chromosomen geht nicht selten die eingruppige Rekonstruktion des Kernes vor sich (Fig. 55, 56 und 59), infolgedessen entstehen viele hyperchromosomige Kerne. Zweikernige Zellen, die durch Einstellung des Zellteilungsprozesses entstanden sind, lassen sich bisweilen nachweisen.

IV. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die bei den Wurzeln der Gruppe III erwähnten Kerne der Finalprophase finden sich auch hier, aber nicht so zahlreich wie bei jenen Wurzeln. Die Kernplatte mit den achromatischen Fasern ist noch nicht wiederhergestellt, doch sind die Verhältnisse, die ganz gleich denen der Gruppe III sind, bereits angedeutet, mit dem Unterschied jedoch, daß gering verkürzte Chromosomen nicht vorhanden sind. Überdies gibt es Chromosomen in einigen Zellen, die sich weiter verkürzen und verdicken. Die beiden M-Chromosomen sehen dabei wie Hexaden aus, und die sonst latente Einschnürung der anderen Chromosomen tritt deutlich auf. Durch Chloralisierung können wir jene schwer sichtbare Einschnürung, außer bei den zwei langen M-

Chromosomen, auch an den Enden der acht Chromosomen bemerken (Fig. 64). Die zwei Chromosomen haben keine solchen Anlagen. Dies kann man auch in den vorhergehenden Wurzeln nachweisen. Die schon erwähnte sekundäre eingruppige Ansammlung der Chromosomen und die daraus rührende Rekonstruktion des Kernes ist vorhanden; hyperchromosomige Kerne erscheinen zahlreicher als in den vorhergehenden Fällen.

V. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Jene finalprophasischen Kerne mit dicken fertigen Chromosomen werden jetzt weniger zahlreich angetroffen, aber die zusammengeklumpten Chromosomen, um welche herum ein hyaliner Hof ausgebildet ist, sind ebenso zahlreich wie bei den Wurzeln der Gruppe IV. Die Anzahl der stark verkürzten Chromosomen hat an Zahl nicht abgenommen. In diesen Wurzeln finden wir weder normale Kernplatten noch mitotische Teilung, ferner wird dabei keine faserige Differenzierung konstatiert. Es findet nun eine interessante und wichtige Erscheinung statt, nämlich freie Bewegung dieser stark verkürzten Chromosomen; darauf wollen wir aber später erst näher eingehen. Die im Cytoplasma zerstreuten längsgespaltenen Chromosomen oder deren Längshälften gruppieren sich oft zwei- oder mehrgruppig¹⁾ (Fig. 50, 51 und 60), deshalb muß man dabei eine automatische Bewegung der Chromosomen durch andere Mechanismen als Zugfasern annehmen. Die zweigruppigen Ansammlungsvorgänge der auffällig längsgespaltenen Chromosomen, die schon zweiwertig sind, verlaufen scheinbar ähnlich der Wanderung der homologen Tochterchromosomen nach den Polen in der heterotypischen Kernteilung. Es ist wohl möglich, daß diese Gruppierung der Chromosomen quantitativ sowie qualitativ ganz equivalent vor sich geht, wenn die homologen Chromosomen in die gegenseitigen Gruppen hineintreten. Nebenbei kann man aber auch das Vorkommen solcher Fälle wahrnehmen, wo die zwei Gruppen weder gleiche Anzahl von Chromosomen noch homologe Chromosomen einzeln enthalten, d. h. die Chromosomen sind nicht gleichwertig verteilt (Fig. 50 und 51). Ja, nicht selten lösen sich ein oder zwei

1) WASIELEWSKI (1904, Fig. 3) hat eine schöne zweigruppige Ansammlung abgebildet.

Chromosomen von solchen Gruppen los, was auch diese Ungleichwertigkeit verursachen kann. Die Verbindungsfasern oder die Phragmoplasten entwickeln sich fast nie zwischen diesen nicht mitotisch verteilten Chromosomengruppen oder den daraus sich rekonstruierenden Kernen, deswegen werden meist weder Scheidewandanlage noch diese selbst ausgebildet.

Es ist sehr wichtig, hinreichende Aufmerksamkeit auf die aus den abnorm gruppierten Chromosomen sich ergebenden Rekonstruktionsvorgänge zu richten, weil sie die Entstehung der später geschilderten Hyper- und Hypochromosomigkeit, Zwei- und Mehrkernigkeit usw. verursachen können. Auch die schon erwähnte eingruppige Rekonstruktion möchte ich hier noch etwas ausführlicher behandeln.

A. Eingruppige Rekonstruktion des Kernes.

Aus den durch Chloralisierung direkt zusammengedrängten oder auf relativ engem Gebiete unregelmäßig zerstreuten Chromosomen wird ein einziger Kern in einer Zelle derart rekonstruiert, daß die Längshälften der Chromosomen immer getrennt bleiben und durch Anastomosierung und Vakuolisierung allmählich sich ähnlich wie in der normalen mitotischen Telophase modifizieren. Nachdem eine Kernmembran erzeugt ist, treten die Kerne in den Ruhezustand ein. Die auf diese Weise rekonstruierten Kerne sind schon didiploid und haben meistens amöboidischen, hantelförmigen oder anderen unregelmäßigen Umriß.

B. Zwei- oder mehrgruppige Rekonstruktion des Kernes.

Die Rekonstruktion der Kerne aus zwei oder mehrere Chromosomen enthaltenden Gruppen erfolgt demselben Modus gemäß, wie bei der eben erwähnten eingruppigen Rekonstruktion (Fig. 57, 58, 65 und 66).

Es ist wohl möglich, daß bei zweigruppiger Rekonstruktion die beiden Tochterkerne ganz gleichwertig sind. Da aber die Chromosomenhaufen der zwei oder mehrfachen Gruppen nicht immer gleichwertig sind, werden hier in einer Zelle Kerne von verschiedener Größe rekonstruiert, die auch in den Eigenschaften ungleich sein müssen (Fig. 61). Ausgenommen den Fall, wo einige Chromosomen zugrundegehen, machen zwei oder mehrere

Kerne in einer Zelle zusammen Didiploidie aus. Wir können bei derartigen Rekonstruktionen immer zwei- oder mehrkernige Zellen erhalten.

VI. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Hier werden weder die normal dicken noch die beträchtlich verdickten Chromosomen in der späteren Prophase angetroffen. An Stelle der Verminderung der mit stark verkürzten unregelmäßig zerstreuten Chromosomen versehenen Zellen und der von einem hyalinen Hofe eingeschlossenen Chromosomenhaufen, finden häufig die verschiedenen Arten der Gruppierung der Chromosomen bzw. der Kernrekonstruktionen statt, und es kommen die daraus erfolgten hyper- oder hypochromosomigen Kerne und die zwei- oder mehrkernigen Zellen in größerer Anzahl zum Vorschein (Fig. 61–63). Daneben sind weder andere normale Teilungsvorgänge, noch andere abnorme Figuren zu bemerken.

VII. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die beträchtlich verkürzten und verdickten Knäuel der finalprophasischen Kerne werden nicht mehr wahrgenommen. Es sind die Verhältnisse hier ganz gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe VI festgestellt wurden. Es ist aber bemerkenswert, daß die hyperchromosomigen Kerne, die gewiß durch die eingruppigen Rekonstruktionen entstanden sind (Fig. 62 und 63), an Zahl immer zunehmen.

VIII. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Das Zeichen der Wiederherstellung der normalen Teilungsvorgänge fängt an vorzukommen, und wieder sind von neuem die normal verdickten Knäuel der prophasischen Kerne sichtbar. Die Gruppen der Chromosomen, die von einem hellen Hof umgeben sind, sind ziemlich zahlreich vorhanden. Die stark verkürzten, sowie auch die gering verkürzten Chromosomen, die im Cytoplasma immer unregelmäßig umher liegen, sind in großer Anzahl vorhanden. Die abnormen Teilungsfiguren zeigen bisweilen schwach entwickelte Zugfasern. Jetzt sind wieder die abnorme Metakinese, Anaphase und Telophase feststellbar (Fig. 69–74), und sogar dann

und wann die fast normale Telophase mit Stützfasern und Phragmoplasten oder Scheidewandanlage. Obwohl die längsweise getrennten Hälften, Tochterchromosomen, scheinbar von Zugfasern ganz ziellos gezogen werden, so läßt es sich nicht leugnen, daß selbst in diesen Zellen, bei denen die Nachwirkung des Chloralhydrates noch anhält, Vereinigungszentren vorhanden sind. Die Längshälften zeigen Neigung sich mit ihren eingeschnürten Enden um diese Zentren zu gruppieren (Fig. 72), die Geschwisterchromosomen fallen aber nicht immer in die gegenseitigen Zentren, sondern auch in ein und dasselbe, was bei den M-Chromosomen schön nachzuweisen ist. Es gibt ebenso viele Figuren der eingruppigen Ansammlung, der Rekonstruktion, der hyperchromosomigen Kerne und der zwei- oder mehrkernigen Zellen wie bei den Wurzeln der Gruppe VII (Fig. 75–84). Aber es wird auch konstatiert, daß zwischen den jungen Kernen oft vollkommene oder unvollkommene Scheidewände ausgebildet sind, die aus den oben erwähnten Phragmoplasten oder der Scheidewandanlage herrühren. In der Streckungszone befinden sich zahlreiche zweikernige Zellen, worin die beiden Kerne bisweilen sich berühren oder schon verschmolzen sind.

IX. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Chromosomengruppen, die von einem hellen Hof umgeben sind, kommen spärlich vor. Die stark verkürzten oder die gering verkürzten Chromosomen mit eingeschnürten Enden verteilen sich unregelmäßig im Cytoplasma, und dabei sind schwach entwickelte Zugfasern nachweisbar. Bisweilen strahlt ein Zentrum Chromosomen mit achromatischen Fasern zusammen aus. Diese charakteristische Anordnung der metaphasischen Chromosomen zeigt den Übergangszustand von abnorm zu normal. Die abnorme Metakinese, Anaphase, Telophase und Scheidewandbildung sind gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe VIII festgestellt worden sind. Man sieht oft eine merkwürdige Anaphase, wo die Chromosomen wie zwei „Sonnen“ (LUNDEGÅRDH, 1914_a) an den beiden Polen angeordnet sind (Fig. 73). Die schon besagte Rekonstruktion findet wenig zahlreich statt.

In einem Präparat habe ich zahlreiche abnorme Mitosen der didiploiden Kerne beobachtet (Fig. 67 und 68). Die Chromosomen

sind stark verkürzt und im Cytoplasma unregelmäßig zerstreut. Die sonst latente Einschnürung zeigt sich deutlich. Es gibt kümmerlich entwickelte Zugfasern, deshalb scheint es mir, daß die Bewegung der Chromosomen ganz von ihnen abhängig ist. Die Chromosomenzahl beträgt 24, unter denen vier M-Chromosomen mit den e- und m-Einschnürungen konstatiert werden.

X. *Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden.* Die verschiedenen Teilungsfiguren kommen zahlreicher zum Vorschein und treten den normalen Verhältnissen immer näher. Die normal dicken Knäuel der Finalprophase treten reichlich auf, dagegen kommen fast keine von einem hyalinen Hofe umgebenen Chromosomengruppen zum Vorschein. Die stark verkürzten oder die gering verkürzten oder die fast normal langen Chromosomen, in denen die sonst latente Einschnürung immer vorhanden ist, werden in beträchtlicher Anzahl angetroffen, und ihre richtige Anordnung wird bisweilen erreicht. Wenn es ein Anzeichen von Spindelfasern gibt, so sind sie nur kümmerlich entwickelt und an den Polen etwas divergierend (Fig. 73 und 74). Die abnorme Metakinese und Anaphase kommen bedeutend zahlreicher vor. Die normale Telophase und Scheidewandbildung finden wie gewöhnlich statt, aber die Chromosomenbrücke, Isolierung einiger Chromosomen u. a. sind nicht ausgeschlossen. Es erscheinen hyper- und hypochromosomige Kerne und zwei- oder mehrkernige Zellen in unverminderter Anzahl.

XI. *Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 17stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden.* Die unregelmäßige Zerstreung, die verschiedenartige Gruppierung der Chromosomen und die daraus erfolgte Rekonstruktion der Kerne werden nicht mehr gefunden. Wenn auch die metaphasischen Chromosomen in der aufs neue stattfindenden Teilung sich bisweilen unregelmäßig anordnen oder sich zusammendrängen, so geschieht das in schwächerem Grad, als bei den früheren Reaktionsstadien. Die Chromosomen erlangen ihre normale Länge und Form wieder, aber die gering verkürzten Chromosomen mit sonst latenter Einschnürung werden bisweilen angetroffen.

Der metaphasische und anaphasische Teilungsvorgang geht überhaupt normal vor sich; aber auch Abnormitäten werden nicht selten gesehen, nämlich tripolare Teilung, Chromosomenbrücken, Isolierung weniger Chromosomen usw.

In einigen Fällen sind die Zugfasern noch nicht völlig ausgebildet, aber Verbindungsfasern und Phragmoplast sind mehr oder weniger gut entwickelt. Die Scheidewände der sich teilenden Zellen werden nicht zu gleicher Zeit ausgebildet. Während in einer Zelle die Scheidewandanlage schon in der späteren Anaphase entsteht, kommt sie in einer andern selbst bei der Kernrekonstruktion noch nicht zum Vorschein. Bisweilen wird in älteren Zellen, die schon beinahe ins Ruhestadium eingetreten sind, die Scheidewand gar nicht gesehen und an der Zellplattanlage, besonders an ihren Rändern, ist ein homologes dichtes Plasma zu beobachten, das auch in den Wurzeln, welche sofort nach der Chloralisierung fixiert wurden, bemerkt werden kann.

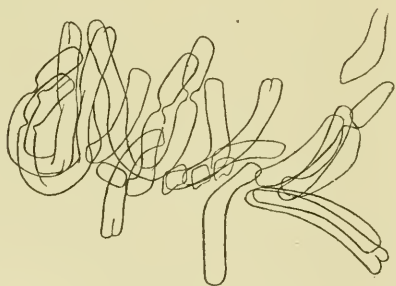
Die zwei- und mehrkernigen Zellen sind in großer Anzahl vorhanden, ferner werden nebenbei auch hyper- und hypochromosomige Zellen nachgewiesen. Unter den zahlreichen didiploiden Kernen werden oft hantelförmige beobachtet, die zu beiden Seiten einer unvollständig ausgebildeten Scheidewand sich erstrecken oder sie durchbohren. Dann und wann fangen die didiploiden Kerne an sich zu teilen.

XII. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 22–24 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. In den einkernigen diploiden sowie hyperchromosomigen Zellen (Fig. 85) beobachtet man meistens alle Stadien der normalen karyokinetischen Teilung. Die Chromosomen erlangen ihre normale Länge und Form wieder, daher werden keine verkürzten Chromosomen mit sonst latenter Einschnürung mehr beobachtet. Bei der hyperchromosomigen, wahrscheinlich didiploiden Kernteilung werden häufig etwa 24 Chromosomen gezählt, worunter vier M-Chromosomen mit ihrer e-Einschnürung unterschieden werden können (Textfig. 4 und 5). Es kommt nicht selten vor, daß die beiden Kerne, die durch die von einer Scheidewandbildung unbegleitete karyokinetische Kernteilung oder durch die zweigruppige

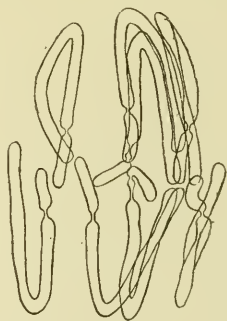
Ansammlung in einer Zelle entstanden sind, sich absolut gleichzeitig teilen (Fig. 86, 87 und 89). Diese beiden Kerne sind nicht immer gleichwertig, daher kann die ungleiche Anzahl der Chromosomen bei der simultanen Mitose auftreten, ferner ist die Anordnung der metaphasischen Chromosomen etwas abnorm. Aber in den auf Fig. 88 dargestellten zwei ungleichwertigen Zellen, welche die Abkömmlinge einer Mutterzelle sind, geschieht die Teilung nicht zu gleicher Zeit. Bisweilen finden wir in der Anaphase, Metaphase und Telophase dieselben Abnormitäten, wie sie früher beschrieben worden sind.

Die Scheidewand ist immer vollkommen ausgebildet, und das Erscheinen ihrer Anlage tritt früher auf als in den schon erwähnten Stadien.

Die Kernrekonstruktion geschieht im allgemeinen normal, sowohl bei der diploiden, als bei der hyper- und hypochromosomigen Teilung; entsprechend den schon wiederholt erwähnten Anomalien der karyokinetischen Teilung werden aber die Tochterzellen und Kerne verschiedenartig ausgebildet; hypochromosomige kleine Zellen, hantelförmige Kerne, mit zwei oder drei Brücken verbundene Tochterkerne usw. können auftreten. Oft werden zwei- oder mehrkernige und didiploide oder hyperchromosomige Zellen getroffen (Fig. 90), aber weder die indirekte noch die direkte Reduktionsteilung von NĚMEC wird konstatiert.



Texfig. 4. Didiploide Kernplatte mit 4 M-Chromosomen in einer einmal chloralisierten Wurzel von *Vicia Faba* (Ach. 1.8 mm \times Komp. 12).



Texfig. 5. 4 M-Chromosomen in der didiploiden Anaphase in einer einmal chloralisierten Wurzel von *Vicia Faba* („).

XIII. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 27 stündigem oder längerem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. In diesen Wurzeln geht die mitotische Teilung normal vor sich. Die Anzahl der großen didiploiden Kerne und die mit doppelter Chromosomenzahl sich teilenden Kerne sind nicht in Abnahme begriffen, sondern fast so zahlreich vorhanden wie in den früher fixierten Wurzeln. Ich habe sie in den durchschnittlich 23/cm langen Wurzeln,¹⁾ die nach 290 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden, in nicht verminderter Anzahl gefunden. Ja, selbst in einer 35 cm. langen Wurzel, die nach 528 Stunden fixiert wurde, und in einigen 2cm langen Seitenwurzeln konnte dies nachgewiesen werden. Die NĚMECSche Reduktionsteilung wird nie konstatiert, die Teilungsfigur zeigt immer somatische Teilung mit normal gestalteten Chromosomen.

Versuch II.

Als Material dienten die Spitzen von fast 2.5cm langen Keimwurzeln von *Pisum sativum*. Die Behandlung geschah wie bei Versuch 1.

Pisum sativum.

8. VIII. 1917.

Sägespäne 27°C.

Wasser 17°C.

Chloralhydrat 0.75 %.

9 Uhr 50 vorm.—10 Uhr 50 vorm., einstündige Chloralisierung.

10 Uhr 50 vorm.—11 Uhr 50 vorm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 10 Uhr 50 vorm., sofort.
- II. 11 Uhr 20 vorm., nach $\frac{1}{2}$ stündigem Auswaschen.
- III. 11 Uhr 50 vorm., nach einstündigem Auswaschen.
- IV. 12 Uhr 50 nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 1 Uhr 50 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VI. 2 Uhr 50 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VII. 3 Uhr 50 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VIII. 4 Uhr 50 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IX. 5 Uhr 50 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6stündigem Verweilen in Sägespänen.

1) Es wird von dem chloralisierten Teile her bis zur Spitze gemessen.

3 Uhr 30 nachm.—4 Uhr 30 nachm., einstündige Chloralisierung.

4 Uhr 30 nachm.—5 Uhr 30 nachm., einstündiges Auswaschen.

X. 7 Uhr 30 vorm. 9. VIII, nach einstündigem Auswaschen und 14 stündigem Verweilen in Sägespänen.

XI. 8 Uhr 30 vorm. 9. VIII, nach einstündigem Auswaschen und 27 stündigem oder längerem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenlaunhämatoxylin-Lichtgrün.

I. Wurzeln, die sofort nach der Chloralisierung fixiert wurden.

Zahlreiche finalspirematische Kerne kommen zum Vorschein, aber ihre Knäuel sind nicht so abnorm stark verdickt, und die sonst latente Einschnürung kann man noch nicht finden. Es gibt keine normale Kernplatte. Die metaphasischen Chromosomen werden direkt durch die Einwirkung der Chloralisierung zusammengeklumpt, sodaß es schwer ist, die einzelnen Chromosomen zu unterscheiden (Fig. 92). Sie drängen sich immer stärker zusammen, um endlich einen Haufen zu bilden, um den herum ein hyaliner Hof ausgebildet wird, wie bei *Vicia Faba* (Fig. 91). Es gibt noch kümmerlich ausgebildete achromatische Spindeln, wenn auch in Verwirrung gebracht oder deren Reste. Die Metakinese und Anaphase werden sehr selten angetroffen. Zwischen den zwei normalwertigen Tochterchromosomenhaufen oder Tochterkernen befinden sich Verbindungsfasern, Phragmoplasten (Fig. 94), Scheidewandanlagen, oder gar nichts davon. Tripolare Teilung, Isolierung einiger Chromosomen, Chromosomenbrücken usw. sind dabei nicht ausgeschlossen. Man kann weder zweikernige Zellen noch hyperchromosomige Kerne finden.

II. Wurzeln, die nach $\frac{1}{2}$ stündigem Auswaschen fixiert wurden.

Die Finalprophase mit normal verdickten Knäueln kommt mit derselben Häufigkeit vor, wie bei den Wurzeln der Gruppe I. Keine normale Kernplatte wird gefunden, und die Verhältnisse in der Metaphase sind gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe I festgestellt wurden. Sehr spärlich erscheinen die Metakinese und Anaphase, welche natürlich abnorm sind. Zwischen den Tochterchromosomenhaufen oder Tochterkernen werden weder Verbindungsfasern noch Phragmoplasten noch Scheidewandanlagen konstatiert. Tripolare Teilung, Chromosomenbrücken, Isolierung einiger Chromosomen usw. findet noch statt. Aus den Chromoso-

menhaufen, die direkt durch die Einwirkung der Chloralisierung entstanden sind und aus den mit Chromosomenschleifen verbundenen Tochterchromosomenhaufen fängt die zweigruppige Rekonstruktion des Kernes allmählich an (Fig. 92 und 93). Diese Rekonstruktion geht vor sich, wie es bei den chloralisierten Wurzeln von *Vicia Faba* erwähnt worden ist. Außer denjenigen, welche die rekonstruierenden Tochterkerne ohne Scheidewand enthalten, treten die zweikernigen Zellen noch nicht auf.

III. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen fixiert wurden. Die Verhältnisse sind im großen und ganzen gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe II festgestellt wurden, nur ausgenommen, daß hier zweikernige Zellen und hyperchromosomige Kerne auftreten. Die von einem hyalinen Hof umschlossenen Chromosomenhaufen sind zahlreicher als früher (Fig. 91).

IV. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Weder achromatische Fasern noch normale Teilungsfiguren sind zu konstatieren. Die direkt vom Cytoplasma berührten Chromosomenhaufen werden nicht mehr gefunden, an deren Stelle herrschen die von einem hyalinen Hofe umschlossenen Chromosomenhaufen vor (Fig. 91). Die Telophase ist gar nicht vorhanden. In anderen Punkten liegen die Verhältnisse analog wie bei den Wurzeln der Gruppe V.

V. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Keine normalen Teilungsfiguren werden beobachtet. Die Knäuel der späteren Prophase verdicken sich weiter. Die Chromosomen, um die herum ein hyaliner Hof ausgebildet ist, lösen sich aus dem Haufen heraus, und es fangen die längsgespaltenen Chromosomen oder die längsgetreunten Hälften an, sich unregelmäßig im Cytoplasma zu zerstreuen (Fig. 98–100). Die freigelassenen Chromosomen sind so auffällig verkürzt, daß man die originale Form und Größe der Chromosomen nicht mehr erkennen kann. Bei dieser Verkürzung wird die unter normalen Verhältnissen unsichtbare Einschnürung¹⁾ der Chromosomen augenfällig, und es kommen Vierergruppen in

1) Der Kürze des Ausdruckes wegen möchte ich auch hier sie als „sonst latente Einschnürung“ bezeichnen.

solchen Zellen zum Vorschein, die wohl an solche tierischen Ursprungs erinnern. Hier erscheinen zweikernige Zellen, sowie hyperchromosomige Kerne in großer Anzahl.

VI. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Es gibt keine normalen Teilungsfiguren. Die Vierergruppen treten zahlreicher auf als früher. Obwohl die Auflösung der Chromosomenhaufen weiter fortgeschritten ist, gibt es noch viele miteinander verklebte Chromosomen. Nur bisweilen rekonstruieren sich eingruppig die hyperchromosomigen (vielleicht didiploiden) Kerne aus den auf einem relativ engen Gebiete unregelmäßig zerstreuten Vierergruppen, wie bei *Vicia Faba* (Fig. 96). Einmal wurden hypochromosomige und kernlose Zellen beobachtet (Fig. 95).

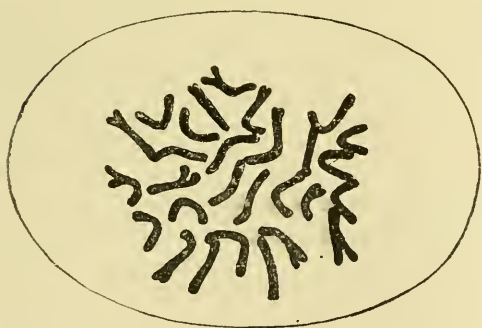
VII. und VIII. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 4- oder 5stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Keine normale Teilungsfigur ist anzutreffen. Die spätere Prophase kommt sehr spärlich vor. Die unregelmäßige Verteilung der Vierergruppen im Cytoplasma erscheint häufig. Diesen Vierergruppen nach zu urteilen sind 14 Chromosomen entweder eingeschnürt oder sie besitzen die sonst latente Einschnürung. Die eingruppige, zweigruppige oder mehrgruppige Ansammlung der Chromosomen und die daraus herrührende Rekonstruktion des Kernes findet statt, und diese Gruppierungen geschehen ganz ohne Hilfe von Spindelfasern (Fig. 96-103). Es ist wohl möglich, daß bei zweigruppiger Rekonstruktion die beiden Tochterkerne ganz gleichwertig sind. Da aber die Chromosomenhaufen von zwei oder mehr Gruppen nicht immer gleichwertig sein können, werden hier in einer Zelle Kerne von verschiedener Größe rekonstruiert, die auch in den Eigenschaften ungleich sind (Fig. 97, 99 und 101). Zweikernige Zellen und hyperchromosomige Kerne sind vorhanden.

IX. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Keine ganz normale Teilungsfigur ist sichtbar. Außer den bei den Wurzeln der Gruppen VII und VIII beobachteten Verhältnissen kommen nur die mit den schwach entwickelten achromatischen Fasern versehenen Teilungsfiguren zum Vorschein. Das Zeichen der Wiederherstellung der

normalen Teilungsvorgänge fängt an zu erscheinen, und von neuem sind wieder die normal verdickten Knäuel der prophasischen Kerne zu bemerken. In der Metaphase und Anaphase geht der Teilungsprozeß überhaupt noch abnorm vor sich; tripolare Teilung, Chromosomenbrücken, Isolierung einiger Chromosomen usw. finden statt, während spärliche Stützfasern wahrgenommen werden. Nur bei einigen Fällen der Telophase gibt es normale Verbindungsfasern. Aus dieser abnormen Metakinese und Anaphase entwickeln sich die Scheidewände schwach oder unregelmäßig, infolgedessen können wir hypochromosomige Zellen, zwei- oder mehrkernige Zellen oder unregelmäßig geformte hyperchromosomige Kerne bekommen, die zu beiden Seiten einer unvollständig ausgebildeten Scheidewand sich erstrecken oder sie durchbohren (Fig. 104–107).

X. *Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 14 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden.* Nur einige Fälle ausgenommen gehen die Teilungsvorgänge überhaupt normal vor sich. Zwei- und mehrkernige Zellen sind in großer Anzahl vorhanden; ferner können nebenbei auch hyper-(wahrscheinlich didiploide) und hypochromosomige Zellen nachgewiesen werden (Fig. 104–109). In der Polansicht der Kernplatte des didiploiden Kernes können wir 28 Chromosomen, die bisweilen gering verkürzt sind, zählen (Textfig.

6), aber die Reduktionsteilung von NĚMEC ist nicht nachweisbar. Zuweilen findet simultane normale Mitosis statt (Fig. 108–113). Wenn simultane Mitosis der zwei Kerne in einer Zelle vor sich geht, so bekommen wir daraus drei Tochterkerne, unter denen ein Kern die größte Anzahl von Chromosomen enthält. Die metaphasischen Chromosomen haben ihre normale Form und



Textfig. 6. Didiploide Kernplatte mit 28 Chromosomen in einer nach 43 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten einmal chloralisierten Wurzel von *Pisum sativum* (Ach. 1.8 mm × Komp. 12).

Größe wiedererreicht, sodaß wir keine Vierergruppen mehr wahrnehmen können. Die tripolare Teilung oder abnorme Metaphase, Anaphase und Telophase sind nicht ausgeschlossen; sie sind aber meist nicht in den didiploiden sondern in den diploiden Kernen zu bemerken.

XI. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 27 stündigem oder längerem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. In diesen Wurzeln geht die mitotische Teilung normal vor sich. Die Anzahl der großen didiploiden Kerne und der mit doppelter Chromosomenzahl sich teilenden Kerne ist nicht in Abnahme begriffen, aber zweikernige Zellen werden weniger zahlreich ange-
troffen. Ich habe die hyperchromosomigen Kerne sowie ihre Mitosen in den durchschnittlich 47 cm (40–54 cm) langen Wurzeln¹⁾, die nach 382 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden, in ziemlich zahlreicher Anzahl in der Teilungs- sowie Streckungszone gefunden. Die NĚMECSche Reduktionsteilung wird nie konstatiert, die Teilungsfigur zeigt immer somatische mitotische Teilung mit normal gestalteten Chromosomen.

c) Versuch III.

Zur Verwendung kamen die Spitzen der fast 3 cm langen Keimwurzeln von *Zea Mays*. Die Chloralisierung geschah wie bei Versuch I.

Zea Mays (Stärke- Mais, Sapporo Hachigyō).

28. VII. 1917.

Sägespäne 20°C

Wasser 16°C.

Chloralhydrat 0.75 %.

9 Uhr vorm.—10 Uhr vorm., einstündige Chloralisierung.

10 „ vorm.—11 „ vorm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

I. 10 Uhr vorm., sofort.

II. 11 „ vorm., nach einstündigem Auswaschen.

III. 12 Uhr mittags, nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.

IV. 1 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.

1) Es wird von dem chloralisierten Teile her bis zur Spitze gemessen.

V. 2 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.

VI. 3 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin-Lichtgrün.

I. Wurzeln, die sofort nach der Chloralisierung fixiert wurden.

Die Gestalt der ruhenden sowie prophasischen Kerne ist normal. Die metaphasischen und metakinetischen Teilungsfiguren zeigen meist abnormes Aussehen. Die Spindelfasern sind ziemlich gut erhalten, obschon sie oft dicker, wie aus mehreren verschmolzen, oder unregelmäßig zerstreut erscheinen (Fig 14). Bisweilen kommt die echte tripolare Teilung zum Vorschein. Die längsgespaltenen Chromosomen oder ihre getrennten Längshälften liegen oft ohne regelmäßige Anordnung im Cytoplasma, sie zerstreuen sich mit den oben erwähnten unregelmäßigen Spindelfasern. Sie sind gering verkürzt, aber noch nicht so sehr, daß die Einschnürung, die im normalen Zustande unsichtbar ist (sonst latente Einschnürung), deutlich erscheint.

Die Anaphase und Telophase gehen meist normal vor sich, und es entwickeln sich die Verbindungsfasern, die Phragmoplasten und die Scheidewand; einige Störungen werden jedoch bisweilen beobachtet, wie z. B. Chromosomenbrücken, falsche tripolare Teilung usw. Die schon individualisierten finalspirematischen Chromosomen innerhalb der Kernmembran sind so lang und dünn wie im gewöhnlichen Zustande und weisen keine Anzeichen der Einschnürung auf.

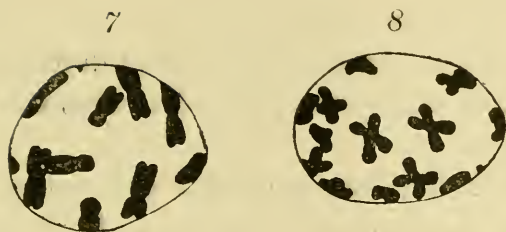
II. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen fixiert wurden.

Der finalspirematische Kern enthält normal lange Chromosomen. Die Spindelfasern sind erhalten oder ganz verschwunden. Weder normale Metaphase noch Metakinese werden angetroffen, und die im Cytoplasma zerstreuten Chromosomen sind bisweilen verkürzt und schwach eingeschnürt. Die wenigsten Fälle ausgenommen, geht die Phragmoplasten- und Scheidewandbildung normal vor sich, obwohl anaphasische Abnormitäten bisweilen vorkommen. Aus

dem Chromosomenhaufen, der durch direkte Einwirkung der Chloralisierung produziert wurde, rekonstruiert sich ein hyperchromosomiger (vielleicht didiploider) Kern.

III. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Zuweilen werden zweikernige oder die soeben rekonstruierten abnorm gestalteten Kerne angetroffen. Eine normale Teilung findet nun nicht mehr statt. Die Chromosomen sind verkürzt und die gewöhnlich schwer sichtbare Einschnürung ist augenfällig geworden. Solche verkürzte Chromosomen sammeln sich oder zerstreuen sich bisweilen unregelmäßig im Cytoplasma ohne achromatische Fasern. Obwohl der Chromosomenhaufen, den ein hyaliner Hof umschließt, nicht ausgeschlossen ist, so ist dies nicht so auffällig wie bei *Vicia Faba* und *Pisum sativum*. Die finalspirematischen Chromosomen sind verkürzt und weisen meistens die sonst latente Einschnürung auf (Fig. 115).

IV. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und zweistündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die zweikernigen Zellen und die abnorm gestalteten hyperchromosomigen Kerne sind zahlreicher vorhanden als bei den Wurzeln der Gruppe III. Sie sind vielleicht durch die von der Scheidewandbildung unbegleitete mitotische Kernteilung oder durch die eingruppige Rekonstruktion bei der unzureichenden Wanderung der Tochterchromosomen nach den Polen entstanden. Die zerstreuten Chromosomen sind stark verkürzt, und die sonst latente Einschnürung zeigt sich am auffälligsten, deshalb kann man die Tetradenform der Chromosomen wahrnehmen. Diese Einschnürung wird auch im spirematischen Kerne beobachtet, und die stark verkürzten Chromosomen mit sonst latenter Einschnürung erinnern dabei an die diakinetischen Tetraden der Reduktionsteilung (Fig. 116, Textfig. 7 und 8). Die zerstreuten Chromosomen fangen allmählich an, sich ein- oder mehrgruppig zu gruppieren (Fig. 117), und nicht selten werden sogar die aus diesen Gruppen sich rekonstruierenden Kerne beobachtet (Fig. 118 und 119). Keine normale mitotische Figur wird angetroffen.



Textfig. 7 und 8. Finales Spiremastadium aus einer einmal chloralisierten und nach 4 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel von *Zea Mays* (Stärkemais-Rasse). Chromosomen mit der sonst latenten Einschnürung (Apoch. 1.5 mm \times Komp. 12).

lung und Rekonstruktion öfters als in den vorhergegangenen beobachtet werden. Es findet keine normale Mitosis statt.

VI. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die finalspirematischen Kerne kommen sehr selten zum Vorschein; wenn sie angetroffen werden, so enthalten sie immer stark verkürzte Chromosomen mit sonst latenter Einschnürung. Die zweikernigen Zellen und die hyperchromosomigen Kerne sind sichtbar. Die Zerstreuung der Chromosomen finden wir nur noch sehr selten, an Stelle dessen kommt die eingruppige Rekonstruktion in größerer Anzahl zum Vorschein.

d) Zusammenfassung der Entstehungsvorgänge der Riesenzellen und Riesenkerne.

Der Klarheit wegen möchte ich hier kurz zusammenfassen, durch welche Vorgänge didiploide, hyper- und hypochromosomige Kerne und die zwei- und mehrkernigen Zellen entstehen können.

1. Durch die von einer Scheidewandbildung unbegleitete mitotische Kernteilung entsteht eine zweikernige Zelle.

2. Durch die eingruppige Rekonstruktion bei der abnormen mitotischen Teilung, d. h. bei der unzureichenden Wanderung der Tochterchromosomen nach den Polen, entsteht ein didiploider Kern.

3. Durch die multipolare Teilung, asymmetrische Teilung, Isolierung einiger Chromosomen und andere mitotische Anomalien

V. Wurzeln, die nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die Verhältnisse der Teilungsanomalien sind gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe IV festgestellt wurden, angenommen, daß ein- oder mehrgruppige Ansamm-

entstehen einige ungleichwertig chromosomige Zellen.

4. Bei der abnormen mitotischen Teilung entsteht durch das Zugrundegehen einiger isolierter Chromosomen im Cytoplasma die hypochromosomige Tochterzelle.

5. Durch die eingruppige Kernrekonstruktion aus den auf einem relativ engen Gebiete unregelmäßig zerstreuten Chromosomen entsteht ein didiploider Kern.

6. Durch die Kernrekonstruktion aus den zweigruppig angesammelten Chromosomen entstehen zwei gleich- oder ungleichwertige Kerne in einer Zelle, welche zusammen Didiploidie der Zelle ausmachen.

7. Durch die Kernrekonstruktion aus den mehrgruppig angesammelten Chromosomen entstehen mehrere ungleichwertige Kerne in einer Zelle, welche zusammen Didiploidie der Zelle ausmachen.

8. Bei der Rekonstruktion aus den zwei- oder mehrgruppig angesammelten Chromosomen entsteht eine Zelle, deren Wert durch das Zugrundegehen einiger Chromosomen im Cytoplasma weniger als didiploid, aber mehr als diploid ist.

9. Durch die Verschmelzung zweier oder mehrerer Kerne entsteht ein didiploider (syndiploider) Kern.

10. Durch die simultane Kernteilung in einer zweikernigen Zelle entstehen drei Zellen, eine davon besitzt zwei Kerne oder einen aus Verschmelzung entstandenen didiploiden (syndiploiden) Kern und die anderen zwei je einen gleich- oder ungleichwertigen Kern.

STRASBURGER (1907) hat den durch Verschmelzung von vegetativen diploiden Kernen entstandenen Kern als „syndiploid“ bezeichnet. Früher hat man geglaubt, daß die meisten Riesenkerne in den chloralisierten Zellen durch Verschmelzung produziert werden, daher sind die Ausdrücke „Synkaryon“ und „syndiploid“ damals für die meisten Riesenkerne in den chloralisierten Wurzelspitzen passend gewesen. Daß dies aber nicht immer der

Fall ist, ist nun klar geworden. Die Riesenkerne entstehen nicht nur durch Verschmelzung der zwei diploiden Kerne, sondern auch durch eingruppige Rekonstruktion usw. In dieser Hinsicht wäre es nicht mehr richtig, diese Ausdrücke im allgemeinen zu brauchen, deshalb habe ich an deren Stelle die Bezeichnungen „diploid“, „tetradiploid“ usw. verwendet, die schon NĚMEC (1910, S. 6) vorgeschlagen hat.

e) Frage nach der Reduktionsteilung in den chloralisierten somatischen Zellen.

Zum ersten Mal hat NĚMEC (1904) in den chloralisierten Wurzelspitzen gesehen, „daß allmählich Kernteilungen mit einer doppelten Chromosomenzahl in der Wurzelspitze verschwinden, und man z. B. in Wurzelspitzen von *Pisum*, welche 42 Stunden nach der Chloralisierung fixiert wurden, keine Teilungen mit doppelter Chromosomenzahl mehr findet“ (S. 723). Er hat für die Erklärung dieser Erscheinung folgende Möglichkeiten aufgezählt:

1. Das Übertreten der didiploiden Zellen aus dem meristematischen Teile in die Streckungs- und Dauerzonen.
2. Die geringe Teilungsfähigkeit der didiploiden Zellen.
3. Die Reduktionsteilung in den didiploiden Zellen (S. 723–724).

STRASBURGER (1907_b und 1911) hat das Vorkommen der didiploiden Zellen in immer geringerer Zahl im Meristem auf Folgendes zurückgeführt:

1. Das Übertreten der didiploiden Zellen aus dem meristematischen Teile in die Streckungs- und Dauerzonen.
2. Die Resorption oder das Zugrundegehen der didiploiden Zellen.
3. Die Orientierungsstörungen der Scheidewände.

Nach KEMP (1910) sind die Möglichkeiten der Abnahme der didiploiden Zellen im Meristem folgende:

1. Das Übertreten der didiploiden Zellen aus dem meristematischen Teile in die Streckungs- und Dauerzonen.
2. Die Zerkleinerung der didiploiden Zellen durch abnor-

me Mitosis, Fragmentation oder Absorption (ihre Zusammenfassung.)

LUNDEGÅRDH (1914_a S. 179) hat die geringe Zahl der didiploiden Kernteilungen auf die geringe Teilungsgeschwindigkeit dieser Zellen zurückgeführt.

Trotz der Einwände von STRASBURGER und KEMP hat NĚMEC (1910) in seiner großen Arbeit immer wieder behauptet, daß die autoregulative Reduktion der didiploiden Chromosomenzahl in den chloralisierten Wurzelspitzen durch direkte oder indirekte Reduktionsteilung ausgeführt wird. Wie schon zitiert, hat er in den chloralisierten Wurzelspitzen von *Pisum* und *Allium* eine diploide Anzahl von Vierergruppen gefunden und diese Figuren als Reduktionsfiguren gedeutet. Weiter sagt er über die Reduktion der Chromosomenzahl: „Da bei dieser Reduktion die Chromosomen als Tetraden und später während der Metakinesis als Doppelstäbchen erscheinen, so bezeichne ich dieselbe als indirekte Reduktion im Gegensatz zur direkten Reduktion, wo in einer syndiploiden Zelle im Kern direkt die reduzierte Chromosomenzahl erscheint. Auf Grund einiger Übergangsfiguren folgere ich, daß die direkte Reduktion nur durch eine Verschmelzung von Chromosomen zustande kommt und daß sie nicht prinzipiell von der indirekten verschieden ist“ (S. 7).

Die von ihm als Beweis für die direkte Reduktionsteilung angeführten Tatsachen sind aber nicht ausreichend, diesen Reduktionsmodus einwandfrei zu konstatieren. Erstens sei es bemerkt, daß auch in der normalen Wurzel die Größe der metaphasischen oder finalspirematischen Zellen etwa doppelt so groß ist wie diejenige der benachbarten ruhenden Zellen, und daß das Verhältnis zwischen Chromosomenzahl und Zellgröße im somatischen Gewebe sehr variabel ist.¹⁾ Zweitens dürfen seine Figuren 11, 12 und 14, Taf. I, die er als Beweis dafür anführt, daß bei der direkten Reduktion je zwei Chromosomen an einem Ende verschmelzen, hier nicht geltend gemacht werden, weil jene abgebildeten Chromosomen nicht durch Endenverschmelzung von zwei Chromosomen entstanden sind, sondern einfach die durch die Chloralisierung sichtbar gewordene Einschnürung zeigen. Wir möchten

1) Besonders bei *Allium cepa* ist dies auffällig.

keine weitere fruchtlose Erörterung über die direkte Reduktion anstellen.

Die indirekte Reduktionsteilung ist durch das Vorkommen von atypischen Chromosomen, d. h. Vierergruppen, gekennzeichnet. Wenn das Vorkommen der Vierergruppen in der Reduktionsteilung charakteristisch erschiene und nicht nur auf die meiotische Teilung beschränkt wäre, würde eventuell die Möglichkeit der Reduktion in diesen chloralisierten Wurzelszellen wahrscheinlich. Schöne Vierergruppen wurden von NĚMEC (1904 und 1910), DELLA VALLA (1907)¹⁾ und KEMP (1910) in den chloralisierten Wurzelspitzen von *Pisum sativum* gefunden, aber bei STRASBURGER findet sich leider gar nichts davon. NĚMEC (1904, S. 674) hat in den Wurzelspitzen von *Pisum sativum*, die sich nach der Chloralisierung und dem Auswaschen $5\frac{1}{2}$ Stunden in Sägespänen befanden, Vierergruppen gefunden. In bezug auf die Bedeutung dieser Bilder war er damals nicht zu einem definitiven Resultate gekommen. DELLA VALLA (1907)²⁾ hat auch chloralisierte Wurzelspitzen von *Pisum sativum* untersucht und Tetraden gefunden, aber er ist der Ansicht, daß solche Zellen, in denen die Tetraden vorkommen, der Degeneration anheimfallen, und daß jene Tetraden, die von NĚMEC (1904) $5\frac{1}{2}$ Stunden nach der Chloralisierung beobachtet wurden, nicht mit der Chromosomenreduktion in Verbindung gebracht werden können, da es noch zu früh ist, das Vorkommen der didiploiden Kerne zu erwarten. Im Jahre 1910 sprach NĚMEC weiter die Ansicht aus, daß die Vierergruppen, die kürzere Zeit nach der Chloralisierung auftreten, nichts Gemeinsames mit der Reduktionsteilung haben, sondern einfach Abnormitäten sind (S. 445).³⁾ Diese beiden Autoren haben darin ganz recht, daß die Quertetraden, die bald nach der Chloralisierung auftreten, nichts mit der Reduktion zu tun haben. Dies ist auch aus meiner einmaligen Chloralisierung von *Pisum*, *Vicia* und *Zea* ganz klar ersichtlich. Diese Quertetraden entstehen durch die direkte Einwirkung der Chloralisierung aus längsgespaltene Chromosomen, die querweise eingeschnürt sind, oder die gewöhnlich schwer sicht-

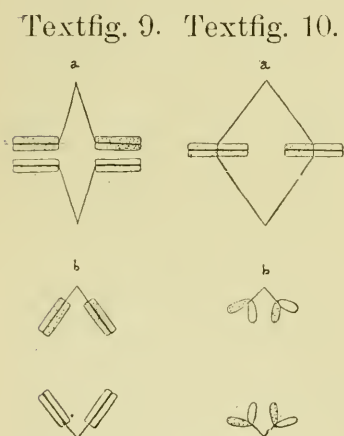
1) und 2) Zit. nach NĚMEC (1910, S. 444).

3) Was für Tetraden, Längs- oder Quertetraden, dabei gemeint sind, ist nicht zu erkennen.

bare Einschnürung in sich versteckt halten. Deshalb ist das Vorkommen dieser Figuren nicht auf die didiploiden Zellen beschränkt, sondern sie treten auch in den diploiden Zellen in normaler Anzahl auf.

Nach NĚMEC (1910) gibt es folgende zwei Arten der indirekten Reduktion: „Die erste Art der indirekten Reduktion, welche in chloralisierten Wurzelspitzen vor sich geht, kann völlig der Parasynapsis an die Seite gestellt werden, denn es werden da von einer Vierergruppe je zwei parallel liegende Stäbchen, die man als ein längsgespaltenes Chromosom deuten kann, zu den Polen gebracht. Die zweite Art, wo scheinbar quer eingeschnürte Chromosomen zum Vorschein kommen, könnte insofern mit der Telosynapsis verglichen werden, als auch bei dieser eine Endverschmelzung je zweier Chromosomen geschieht. Aber dann trennen sich diese Chromosomen und bewegen sich in längsgespaltene Zustand an die Pole, wogegen in den chloralisierten Wurzelspitzen die

Doppelchromosomen längsgespalten werden, die Längshälften sich trennen und zu den entgegengesetzten Polen wandern. Jedes Tochterchromosom enthält also die Längshälften beider verschmolzenen Chromosomen (S. 443–444).“ Die oben zitierten Reduktionsmodi können folgenderweise schematisch dargestellt werden.



Textfig. 9 und 10. Schematische Darstellung der NĚMECSchen zwei Arten der indirekten Reduktionsteilung. Textfig. 9, die erste Art. Textfig. 10, die zweite Art. a, Metaphase. b, Anaphase.

Trotz der Behauptung von NĚMEC besitzen wir in seinen Textfiguren 17, 18 und 19, die die einmal chloralisierten Wurzeln von *Pisum* betreffen, keinen direkten Beweis für die erste Art der indirekten Reduktion. Die Figuren, die als Tetraden der ersten Art bezeichnet werden, kommen, wie schon

von STRASBURGER (1911) betont, dadurch zustande, daß zwei längsgespaltene Chromosomen zufällig aneinander zu liegen kommen, ohne die Tetradenbildung zu bezwecken. Mit der meta-

phasischen Anordnung der Chromosomen dieser Figuren allein kann man nicht entscheiden, ob die längsgespaltenen einwertigen Chromosomen nach den Polen wandern, da kein einziger Fall einer solchen metakinetischen Wanderung der Chromosomen mit Hilfe der Spindelfasern beobachtet worden ist. Weiter kann nicht anerkannt werden, daß die den dreimal chloralisierten Wurzelspitzen von *Vicia Faba* entnommenen Teilungsbilder, die von NĚMEC (1910) in den Textfiguren 29 f und 30 c dargestellt sind, für die Bewegung der längsgespaltenen Chromosomen an die Pole einen schönen Beweis bieten. Die Verkürzung der Chromosomen findet hier einfach durch die Nachwirkung der Chloralisierung statt, und diese Anordnung der gespaltenen Chromosomen kommt nicht nur in den chloralisierten, sondern auch in den normalen Zellen nicht selten vor.

Bei der zweiten Art kommen typische Quertetraden vor, und NĚMEC konnte sie in einer Wurzelspitze von *Allium cepa*, die 30 Minuten lang in eine 1.25 % ige Chloralhydratlösung gelegt und hierauf nach 30 stündigem Verweilen in Leitungswasser fixiert wurde, sowie in den dreimal chloralisierten und nach 72 Stunden fixierten Wurzeln von *Pisum sativum* konstatieren. Obwohl die mehrmalige Chloralisierung, die NĚMEC (1910) angestellt hat, von anderen Gesichtspunkten aus verschiedene interessante Abnormitäten hervorruft, so scheint es mir, daß man vergeblich dadurch die Reduktionsfrage zu entscheiden sucht. Da aber NĚMEC (1910) bei der Erklärung der zweiten Art der indirekten Reduktion sich auf hauptsächlich in höherer Konzentration als 0.75 % behandelte Wurzelspitzen stützt, so habe ich auch die folgenden Versuche angestellt.

Versuch IV.

Zweimalige Chloralisierung.

Pisum sativum.

17. VII. 1917.

Sägespäne 22°C.

Wasser 14°C.

Chloralhydrat 0.75 %.

12 Uhr 35 nachm.—1 Uhr 35 nachm., einstündige Chloralisierung.

1 Uhr 35 nachm.—2 Uhr 35 nachm., einstündiges Auswaschen.

2 Uhr 35 nachm. ———, Verweilen in Sägespänen.

18. VII.

Sägespäne 22°C.

Wasser 15°C.

Chloralhydrat 0.75 %.

12 Uhr 35 nachm.—1 Uhr 35 nachm., einstündige Chloralisierung.

1 Uhr 35 nachm.—2 Uhr 35 nachm., einstündiges Auswaschen.

2 Uhr 35 nachm. ———, Verweilen in Sägespänen.

19. VII.

Sägespäne 22°C.

Wasser 14°C.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure 1 Uhr 35 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 23 stündigem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

Versuch V.

Zweimalige Chloralisierung.

Pisum sativum.

20. VIII. 1917.

Sägespäne 23°C.

Wasser 17°C.

Chloralhydrat 0.75 %.

9 Uhr 20 vorm.—10 Uhr 20 vorm., einstündige Chloralisierung.

10 Uhr 20 vorm.—11 Uhr 20 vorm., einstündiges Auswaschen.

11 Uhr 20 vorm. ———, Verweilen in Sägespänen.

21. VIII.

Sägespäne 22°C.

Wasser 17°C.

Chloralhydrat 0.75 %.

10 Uhr 20 vorm.—11 Uhr 20 vorm., einstündige Chloralisierung.

11 Uhr 20 vorm.—12 Uhr 20 nachm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure 4 Uhr 20 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

Versuch VI.

Zweimalige Chloralisierung.

Vicia Faba minor.

21. VIII. 1917.

Sägespäne 22°C.

Wasser 17°C.

Chloralhydrat 0.75 %.

9 Uhr 45 vorm.—10 Uhr 45 vorm., einstündige Chloralisierung.

10 Uhr 45 vorm.—11 Uhr 45 vorm., einstündiges Auswaschen.

11 Uhr 45 vorm.—, Verweilen in Sägespänen.

22. VIII.

Sägespäne 22°C.

Wasser 15°C.

Chloralhydrat 0.75 %.

10 Uhr vorm.—11 Uhr vorm., einstündige Chloralisierung.

11 Uhr vorm.—12 Uhr mittags, einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure 3 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

Versuch VII.

Pisum sativum.

16. VIII. 1917.

Sägespäne 24°

Wasser 17°.

Chloralhydrat 1.5 %.

10 Uhr 15 vorm.—11 Uhr 15 vorm., einstündige Chloralisierung.

11 Uhr 15 vorm.—12 Uhr 15 nachm., einstündiges Auswaschen.

12 Uhr 15 nachm.—, Verweilen in Sägespänen.

17. VIII.

Sägespäne 23°C.


Wasser 17°C.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure 11 Uhr 15 vorm., nach einstündigem Auswaschen und 23 stündigem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

Versuch IV.

Es gibt zahlreiche zweikernige Zellen und unregelmäßig gestaltete hyperchromosomige Kerne. Die diploide sowohl als auch die didiploide und tetradiploide Teilung mit verschiedenen langen Chromosomen werden angetroffen. Die verkürzten Chromosomen gestalten sich in Vierergruppen um, die in den einmal chloralisierten Wurzelspitzen wahrgenommen werden (Fig. 121). Solche Tetraden treten in den meisten Metaphasen der hyperchromosomigen Zellen auf, doch ist ihr Auftreten auch in den diploiden Zellen nicht ausgeschlossen. Der Teilungsprozeß geht meistens mit Hilfe der achromatischen Fasern normal vor sich, und die Längshälften der Vierergruppen, d. h. die verkürzten Tochterchromosomen nehmen

in der Metakinese und Anaphase nebenstehende Diadenform  an (Fig. 123). In einem Fall, wo die achromatischen Fasern nicht sicher nachweisbar waren, wurde festgestellt, daß die Längshälften der Vierergruppen nach Zentren wandern (Fig. 122). Die Diadenfigur kann man auch in der Polansicht der Kernplatte bemerken, worauf die Tetraden angeordnet sind. Bisweilen entwickeln sich die achromatischen Fasern sehr schwach oder gar nicht, deswegen findet keine normale Teilung statt, sondern die eingruppige Rekonstruktion aus den auf einem relativ engen Gebiete unregelmäßig zerstreuten Chromosomen geht so vor sich, wie es in den einmal chloralisierten Wurzelspitzen geschieht. Oft kommt die simultane Teilung der zwei- oder mehrkernigen Zellen vor. Die Form und Größe der Chromosomen ist auch hier verschiedenartig, wie auch die Chromosomenzahl der beiden oder mehrerer Teilungsfiguren nicht immer gleich ist (Fig. 121). In keinem einzigem Falle wird die Reduktionsteilung konstatiert.

Versuche V und VI.

Die Verhältnisse differieren im großen und ganzen nicht in auffallender Weise von denen, welche einige Stunden nach der einmaligen Chloralisierung gefunden werden. Keine normale Mitosis wird wahrgenommen, anstatt dessen werden der von einem hyalinen Hof umschlossene Chromosomenhaufen, unregelmäßig zerstreute verkürzte eingeschnürte Chromosomen (schöne Tetraden bei *Pisum*) usw. angetroffen. Auch in den didiploiden Zellen zerstreuen oder gruppieren sich bisweilen die Tetraden (Fig. 124). Aber diese Gruppierung soll nicht mit der metaphasischen Häufung der verkürzten Chromosomen am Anfang der simultanen Teilung verwechselt werden, beim letzteren Falle ist der Chromosomenhaufen oft von einem hellen Hof umgeben. Die Reduktionsteilung von NĚMEC wird nicht konstatiert.

Versuch VII.

Die Mitosis geschieht immer in normaler Weise mit Hilfe der Spindelfasern, aber die Chromosomen weichen nach Form und Größe sehr von einander ab, d. h. es gibt in einer Wurzel Über-

gänge von normalen Chromosomen zu Vierergruppen (Fig. 126). Fälle diploider sowie didiploider Teilung erscheinen beinahe in gleicher Zahl, in dem letzteren Falle sind die meisten Chromosomen verkürzt und kommen als Vierergruppen zum Vorschein. Oft findet man die simultane Teilung, aber kein Zeichen der Reduktionsteilung. Daß die beiden Äquatorialplatten bei der simultanen Teilung nicht immer gleichviel Chromosomen haben, kann man aus der Fig. 127, a und b ersehen, die zwei Schnitte durch eine Zelle darstellen. In einer Kernplatte beträgt die Chromosomenzahl 23 und in der anderen 2, deshalb machen diese beiden Kernplatten zusammen keine Didiploidie aus. Dies wäre vielleicht dem Zugrundegehen der drei Chromosomen im Cytoplasma zuzuschreiben.

Wie später konstatiert werden kann, dauert die Zeit der Abnormitäten um so länger, je länger die Einwirkung der Chloralisierung dauert, oder je stärker die Intensität ist, mit der sie stattfindet. Dies hat auch für die mehrmalige Chloralisierung Geltung. Da hier die Wurzelspitzen bald nach der Wiederherstellung der normalen Mitosis wieder chloralisiert werden, sind die Verhältnisse der Reaktion einigermaßen ähnlich den Fällen, wo die einmalige Chloralisierung sehr lang dauert. Die Nachwirkung der Chloralisierung dehnt sich ungleichmäßig auf die einzelnen Zellen einer Wurzel aus, sodaß man in einer Wurzel verschiedene Grade der Verkürzung und Einschnürung der Chromosomen bemerken kann. In den meisten didiploiden Zellen oder den simultanen Teilungen ist das Zeichen der Vierergruppen mehr oder weniger stark sichtbar, während in den diploiden Zellen es weniger zahlreich auftritt. Dies deutet darauf, daß die äußeren Faktoren am stärksten während der kinetischen Teilungsprozesse auf die Kernsubstanz einwirken.

Wie kann man die Vierergruppen, die lange nach der Chloralisierung auftreten und nach der Behauptung von NĚMEC etwas mit der Reduktion zu schaffen haben, in der didiploiden Zahl beim Versuch VII mit einmaliger Chloralisierung erklären? Wir können keinen tieferen Unterschied erkennen zwischen den Vierergruppen von *Pisum sativum*, die von NĚMEC (1910) aus dreimal

chloralisierten und nach 72 Stunden fixierten Wurzelspitzen genommen wurden (Fig. 12 und 14, Taf. I), und den von mir gefundenen, die entweder bald nach der Chloralisierung oder dann 24 Stunden später fixiert wurden. Es kann nicht mehr angezweifelt werden, daß die gewöhnlich schwer sichtbare Einschnürung, die sich immer an der Insertionsstelle der Zugfasern befindet, durch die Chloralisierung deutlich sichtbar gemacht wird. Selbst lange nach der Chloralisierung, besonders aber bei mehrmals chloralisierten Wurzeln, treten die Tetraden durch die Nachwirkung in dieser Weise auf.¹⁾ Soweit ich die Literatur kenne, gab es, nur KEMP ausgenommen, bisher keine Autoren, welche die Einschnürung mit den Vierergruppen in den chloralisierten Wurzelspitzen in Verbindung gebracht haben. Diese englische Autorin (1910, S. 780 und 801) hat in den normalen Zellen von *Pisum sativum* einige eingeschnürte Chromosomen beobachtet, und die Vierergruppen, die in den chloralisierten Wurzelspitzen dieser Pflanze gefunden wurden, mit Recht nicht als Reduktionsfiguren aufgefaßt, sondern nur als Figuren, die durch Einwirkung des Chloralhydrates auf diese Chromosomen zufällig hervorgerufen wurden. Aber sie hat sich mit der Untersuchung dieser Erscheinung nicht ausführlicher beschäftigt, und es ist ihr nichts von derjenigen Einschnürung aufgefallen, welche gewöhnlich versteckt bleibt. NĚMEC hat allem Anschein nach nichts von der Einschnürung der Chromosomen erfahren. In den Teilungsfiguren aus einer dekapitierten und nach drei Tagen fixierten Wurzelspitze von *Allium cepa* hat er (1910, Textfig. 103) gering verkürzte längsgespaltene quereingeschnürte Chromosomen gefunden, und dabei bemerkt: „Über die Entstehung dieser Tetraden kann ich nichts angeben, doch scheint mir ihre Erklärung als durch Querteilung entstanden nicht annehmbar zu sein. Kein Fall einer derartigen Querteilung ist bisher sicher bekannt, eine solche wird ja nur hypothetisch für gewisse Reduktionsteilungen angenommen, ich möchte daher auch diesen Fall nicht als eine Querteilung auffassen“ (S. 232). Daß die sogen. indirekten Reduktionsfiguren von *Vicia Faba*, die von NĚMEC (1910) abgebildet sind (Textfig. 29 c, f, 30 a, b, c und

1) Vgl. LUNDEGÅRDH (1914a, S. 175 und 177).

d), für den Beweis der Reduktion in den chloralisierten Wurzelspitzen keine Dienste leisten, ist nunmehr klar ersichtlich. Diese Figuren stammen aus einer mit 1 %iger Lösung dreimal chloralisierten und nach 24 Stunden fixierten Wurzel von *Vicia Faba*. In einer solchen Wurzel werden sehr oft Zellen mit unregelmäßig zerstreuten verkürzten Chromosomen angetroffen, und es kann kein Zweifel bestehen, daß diese Figuren durch diese direkte Einwirkung der Chloralisierung hervorgerufen worden sind, daß sie aber keine autoregulative Reduktion andeuten. Bei einmaliger Chloralisierung kommen diese Figuren immer in den diploiden Zellen zum Vorschein. Kann man sie nun trotzdem als Reduktionsfiguren auffassen? Beobachtet man in den chloralisierten Wurzeln die Bewegung der verkürzten längsgespaltenen, geminiähnlichen Chromosomen (schöne Vierergruppen bei *Pisum* und *Zea*), so ist diese Erscheinung nur als die zweigruppige Ansammlung der verkürzten metaphasischen Doppelchromosomen aufzufassen.¹⁾ Daher scheint es nicht mehr auffällig, wenn von NĚMEC (1910, S. 64) gesagt wird, daß bei *Vicia Faba* die Äquatorialplatten der indirekten Reduktionsfiguren nicht gefunden werden, und daß die indirekte Reduktionsteilung meistens in den dreimal chloralisierten Wurzeln vor sich geht, weil es sich um die in Verwirrung gebrachten Äquatorialplatten handelt. Die zweipolige Gruppierung, wo die Doppelchromosomen ja fast diploide nach den beiden Polen wandern, ist erst nach zweimaliger Chloralisierung d. h. bei der Chloralisierung der didiploiden Zellen bemerkbar. Aber es scheint mir, daß seine indirekten Reduktionsfiguren nicht unbedingt die Bewegung der Doppelchromosomen nach den Polen zeigen, sondern nur das gestörte Verhältnis der Metaphase. In diesem Falle entwickeln sich kümmerliche achromatische Fasern, mit deren Hilfe die abnorme Metakinese und Anaphase vor sich gehen könnte.

Es sei gestattet, anhangsweise über die Tetraden von *Allium cepa* einige Worte zuzufügen. Daß die Chromosomen dieser

1) NĚMEC (1904) hat diese mehrgruppige Ansammlung beobachtet, aber er hat die weitere Beobachtung auf diesem Gebiete unterlassen.

Pflanze gewöhnlich sich einschnüren, ist eine schon bekannte Tatsache. Die Tetraden, die NĚMEC (1910) in den chloralisierten Wurzeln gefunden hat, sind selbstverständlich nichts anderes als die durch die Chloralisierung modifizierten Chromosomen. Die Vierergruppen im Spiremstadium sind auch in den chloralisierten Wurzelspitzen von *Zea Mays* ersichtlich.

Nun möchte ich die Auffassung vertreten, daß es keine autoregulative Reduktion in den chloralisierten somatischen Zellen gibt.

Daß die didiploiden Zellen aus der meristematischen in die Streckungs- und Dauerzonen übertreten, ist eine ganz zweifellos verbürgte Tatsache, die übereinstimmend von NĚMEC (1904 und 1910), STRASBURGER (1907_b und 1911) und KEMP (1910) als eine der Möglichkeiten der Abnahme der Zahl der hyperchromosomigen Zellen im Meristem zugegeben wird. Doch hat die letzt genannte Autorin das Verschwinden der didiploiden Zellen in der Teilungszone ihrer Zerkleinerung durch multipolare oder andere abnorme Teilungen oder der Fragmentation und Absorption zugeschrieben. STRASBURGER hat als eine der Möglichkeiten dieser Abnahme der Zahl auch die Resorption und das Zugrundegehen der hypochromosomigen Zellen hinzugefügt. Obwohl multipolare oder andere abnorme Teilungen in den chloralisierten Zellen oft angetroffen werden, wäre es aber nicht richtig anzunehmen, daß sie meist in den didiploiden Zellen stattfinden. Tatsächlich sind sie abnorme Erscheinungen, die durch die Chloralisierung bei den diploiden Zellen hervorgerufen werden. Wenn sie in den didiploiden Zellen stattfinden, geschehen sie nur durch die Nachwirkung der Chloralisierung, und nicht so oft, daß dies bei der Herabsetzung der Anzahl der didiploiden Zellen in der Teilungszone eine große Rolle spielen könnte.

Auch die Resorption und das Zugrundegehen scheinen mir für das Verschwinden der didiploiden Zellen in der Teilungszone kein schöner Beweis zu sein, weil solche Figuren nicht so oft in den chloralisierten Zellen angetroffen werden und sie auch in den normalen Zellen vorkommen können.

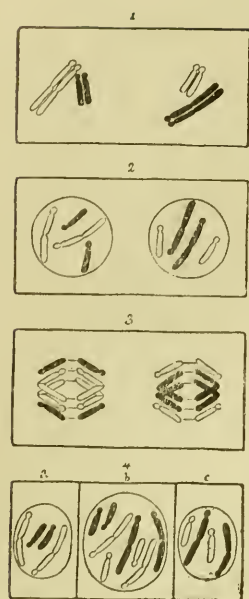
Autoregulation in den chloralisierten Wurzeln findet nicht statt, damit die Zahl der überflüssigen Chromosomen vermindert

oder die fremden Zellen beseitigt werden, sondern sie bezweckt die allmähliche Wiedererlangung des normalen Teilungsmechanismus. Zu den Störungen, die durch die Chloralisierung in der Zellorganisation hervorgerufen werden und nachher zur Norm zurückkehren, gehören nur die Teilungsabnormitäten und die Modifikation der Chromosomen. Die Entstehung des didiploiden, und des hyper- oder hypochromosomigen Kernes und der zwei- oder mehrkernigen Zellen ist nur eine diesen Abnormitäten nachfolgende sekundäre Erscheinung, die weder mit der funktionellen noch der formalen Regulation etwas zu tun hat. Das Auftreten der Reduktionsteilung als auch der anderen abnormen Teilungen in den chloralisierten Zellen zum Zwecke der Autoregulation stände mit der Tatsache im Widerspruch, daß die normalen Teilungsvorgänge wiederhergestellt werden. Die mit der vermehrten Chromosomenzahl versehenen Zellen im Meristem der chloralisierten Wurzelspitzen könnten wohl unter günstigen Umständen¹⁾ in unverminderter Anzahl sich zu teilen fortsetzen, ohne weder Reduktion zu erfahren, noch von den entgegengesetzten diploiden Zellen beseitigt zu werden. Dies ist durch die schon beschriebenen Versuchsergebnisse ganz genau bewiesen.

Als die Hauptursache der Verminderung der Zahl der didiploiden Zellen in der Teilungszone, wenn sie überhaupt stattfindet, möchte ich das Übertreten dieser Zellen in die Streckungs- und Dauerzonen nennen, was ja die Folge der geringen Teilungsfähigkeit oder der herabgesetzten Teilungsgeschwindigkeit ist.

Es ist nun unstreitig richtig, daß die sogen. indirekte Reduktionsteilung in den chloralisierten Zellen ganz ausgeschlossen ist. Es sei aber nicht übersehen, daß in den aus diesen chloralisierten Zellen erzeugten Tochterzellen die Spaltung einiger homologer Chromosomen ohne Zahlenreduktion stattfinden kann (Textfig. 11).

1) „Dominierende Syndiploidie“ wäre einer dieser Umstände. Vgl. STRASBURGER (1911, S. 20-21).



Textfig. 11, (1—4). Schematische Darstellung der Spaltung der homologen Chromosomen ohne Zahlenreduktion, mit besonderer Rücksicht auf die M-Homologen und die am Ende eingeschnürten Homologen bei *Vicia Faba*. 4b, eine syndiploide Zelle. Siehe die Erklärung im Texte.

Bei der zweigruppigen Ansammlung ist es möglich, daß einige homologe Chromosomen, wenn auch nicht alle, so wandern, daß sie sich zu den gegenseitigen Gruppen gesellen (Textfig. 11, (1) und (2)).¹⁾ Nach der simultanen Kernteilung entstehen in der daraus erzeugten zweikernigen Zelle drei Zellen (a, b und c), zwei von denen (a und c) jede einen der beiden homologen Chromosomen erhalten kann (Textfig. 11, (3) und (4)). Diese Teilungsverhältnisse erinnern an diejenigen der meiotischen Teilung der Dikotyledonen; die Textfig. 11 (1) und (3) gleichen den Abbildungen der hetero- resp. homöotypischen Kernteilungen, obwohl die Zahlenreduktion nicht stattfindet. Als ein Beispiel der meiotischen Teilung der Gonotokonten ohne Zahlenreduktion können wir den unteren Kern der Embryosackanlagen von *Lilium* anführen. Auch in den Zellen der oberirdischen Teile der normal wachsenden Pflanzen wäre es nicht ausgeschlossen, daß eine solche Spaltung der homologen Chromosomen ohne Zahlenreduktion, d. h. Pseudomeiosis, unter abweichenden plasmatischen oder äußeren Bedingungen stattfinden könnte.

f) Bewegung der Chromosomen ohne Hilfe der Zugfasern.

Eine der merkwürdigsten Erscheinungen, die in den vorliegenden Versuchen mit der Chloralisierung beobachtet wurden, ist die Bewegung der Chromosomen bzw. ihrer Längshälften ohne Hilfe der achromatischen Fasern.

WASIELEWSKI (1904, S. 590–591) hat in den chloralisierten Wurzelspitzen von *Vicia Faba* ein derartige Bewegung beobachtet

1) Dieses Verhalten der Chromosomen ist analog demjenigen der Chloroplasten der Sporangonzele von *Anthoceros*. Siehe NĚMEC (1910, S. 373–375).

und darauf hingewiesen, daß die freie Bewegung der Chromosomen nicht unmöglich wäre. Interessant ist in seinem Falle noch, daß die Hälfte der Chromosomen sich nach dem einen, die andere nach dem anderen Ende der Zelle begibt. Seiner Ansicht nach ist diese Erscheinung allenfalls als „Zellpolarität“ zu deuten. NĚMEC (1904, S. 703) hat ähnliche Bewegungen und Gruppierungen der Chromosomen bei der Chloralisierung konstatiert, und auch in meiner Untersuchung sind diese klar ersichtlich. Auf dem zoologischen Gebiete haben POROFF (1908, S. 560–562) in erkrankten Leberzellen von *Paludina vivipara* und SCHILLER (1909, S. 573) in den mit 2 %iger Ätherlösung behandelten Furchungszellen von *Cyclops viridis* ähnliche Vorgänge der Wanderung und Verteilung der Vierergruppen beobachtet.

Es gibt nun einige Forscher, die aus dieser Erscheinung schließen möchten, daß auch in der normalen Mitosis die achromatischen Fasern für die Bewegung der Chromosomen keine Hauptrolle spielen. Aber die Mechanismen in den beiden Fällen unterscheiden sich in auffallender Weise voneinander. Wenn die Chromosomen in den chloralisierten Zellen ohne Hilfe der achromatischen Fasern sich bewegen, findet die Längsspaltung nicht immer vor der Wanderung statt, oft begeben sich die Doppelchromosomen nach verschiedenen Richtungen, deshalb werden die Tochterchromosomen sehr selten in die gegenseitigen Tochterkernanlagen verteilt.

In den pflanzlichen Zellen wandern verschiedene Körperchen oft nach den Polen der Teilungsfigur, nämlich Chloroplasten, Stärkekörner, extranukleare Nukleolen usw. PFEFFER (1904) hat in bezug auf die Bewegung der zellularen Elemente Folgendes erwähnt: „Noch weniger sind die Faktoren bekannt, durch welche eine bestimmt gerichtete Wanderung des Zellkernes, der Chlorophyllkörper etc. veranlaßt und bewirkt wird. Ebenso ist der Complex von Faktoren nicht aufgeklärt, durch den z. B. Gestaltungen und Bewegungen bei der Kernteilung erzielt werden“ (S. 740). „Bis zu einem gewissen Grade ist ja stets die Lage des Kernes oder der Kerne in der Zelle von mechanischen und physiologischen Wechselbeziehungen zwischen dem Kern und dem

Cytoplasma etc. abhängig. Gleiches gilt z. B. auch für die Chloroplasten.....“ (S. 741).

Die Kenntnis über die Bewegungen im Plasma ist zurzeit noch zu beschränkt, als daß die freie Bewegung der Chromosomen in den chloralisierten Zellen genau erklärt werden könnte. Bei der Chloralisierung wird die Anordnung der Zellelemente in Verwirrung gebracht und die Funktion des Teilungsprozesses gelähmt. Hier werfen die Chromosomen den Zwang des Teilungsmechanismus ab und schweben ebensofrei im Cytoplasma, wie es die Chloroplasten in gewöhnlichen Fällen tun. In mechanischer Hinsicht wäre es nicht unmöglich, die Chromosomen den Chloroplasten gleichzustellen. Die Plastiden können unter Umständen im strömenden Cytoplasma passiv mitgeführt werden oder in anderen Fällen aktive Lokomotion ausführen. Da die Plasmaströmung in den Urmeristemzellen zu fehlen pflegt, so könnten die Chromatophoren, Chromosomen usw. hier in gewöhnlichem Zustande im strömenden Cytoplasma nicht mitgeführt werden. Aber es ist eine schon konstatierte Tatsache, daß die Hervorrufung der Plasmaströmung oft durch verschiedenartige äußere Einwirkungen erfolgen kann. Auch durch Chloralisierung kann vielleicht in Urmeristemzellen der Wurzelspitzen Plasmaströmung hervorgerufen werden. Die bereits geschilderte Bewegung und Gruppierung der freigelassenen Chromosomen wären dann wahrscheinlich dieser Plasmaströmung oder der entsprechenden Oberflächenspannung zwischen ihnen und dem Cytoplasma oder vielleicht dem Zusammenwirken dieser Mechanismen zuzuschreiben. NĚMEC (1910, S. 175) ist der Ansicht, daß die durch eine Verwundung hervorgerufene (traumatische) Plasmaströmung die Chromosomen unregelmäßig im Zellraum verteilt. Auch RITTER (1911, S. 39–40) hat darauf hingewiesen, daß infolge der Verwundung in den benachbarten intakten Zellen eine Plasmabewegung entsteht, und daß der Kern dadurch passiv transportiert wird (Traumatotaxis).

Trotz dieser Bewegungserscheinung der Chromosomen möchten wir die Funktion der Zugfasern nicht unterschätzen. Es wäre jetzt an sich ganz gleichgültig, wie man das Wesen der infolge der Fixierung beobachteten Spindelfasern versteht. Jedenfalls unter-

liegt es aber keinem Zweifel, sie als Zeichen der Tension aufzufassen, wodurch die Tochterchromosomen regelmäßig nach den Polzentren geleitet werden. In der normalen Mitosis werden die Chromosomen durch diese Zügel genau gelenkt, deshalb können die Chromosomen nicht aus der Bahn entkommen. Je schwächer oder abnormer die Spindelfasern sich entwickeln, desto unregelmäßiger geht die Wanderung der Tochterchromosomen vor sich. Es muß betont werden, daß die Spindelfasern für die normale Mitosis immer unentbehrlich sind.¹⁾

g) Wert der abnorm großen und kleinen Kerne, die bei der abnormen Zell- und Kernteilung rekonstruiert worden sind.

Es erhebt sich nun die Frage, welchen Wert die Kerne haben, die aus den oben erwähnten Gruppen der Chromosomen oder aus den auf einem relativ engen Gebiete unregelmäßig zerstreuten Chromosomen rekonstruiert worden sind.

LUNDEGÅRDH (1914a, S. 176, Fig. 16) hat in den chloralisierten Zellen von *Vicia Faba* auch einpolige Mitosis²⁾ gefunden und die Befunde von MARCELLA BOVERI des Vergleichs wegen zitiert. Nach ihr verhalten sich die gespaltenen und einfachen Chromosomen einander gleich und es erscheint wahrscheinlich, daß in der folgenden Prophase die beiden Längshälften der gespaltenen Chromosomen und die nicht gespaltenen einfachen Chromosomen den Ursprung zu je einem gespaltenen Spiremfaden bilden, woraus eine abweichende Chromosomenzahl resultiert. Aber ich kann diese Ansicht nicht teilen. Ihrem auf Fig. 16 dargestellten Bilde nach zu urteilen, deutet das nicht die Rekonstruktion des Kernes an, sondern stellt die schon oft erwähnte Chromosomengruppe dar, die ein hyaliner Hof umgibt. In unseren chloralisierten Zellen sind die Chromosomen, die in solche Rekonstruktion, z. B. in eingruppige Rekonstruktion, geraten sind, immer längsgespalten, und auch hier treten immer soviel Chromosomen aus den auf solche Weise rekonstruierten Kernen auf, als in der vorherigen

1) Vgl. KONOPACKI (1912, S. 162).

2) Er hat die abnorme Teilungsfigur der eingruppigen Kernrekonstruktion als einpolige Mitosis bezeichnet.

Kernrekonstruktion die erhaltenen Längshälften gezählt haben. Wenn in einer Kernplatte der hyperchromosomigen Zelle nicht die didiploide Zahl festgestellt wird, so rührt es von anderen Ursachen her, d. h. aus der Zwei- oder Mehrkernigkeit, dem Zugrundegehen einiger Chromosomen usw. Ein analoges Beispiel ist in der Embryosackanlage von *Lilium* zu finden. Daß der untere Kern in der Embryosackanlage der Lilien mehr Chromosomen ausbildet als der obere, wurde schon von GUIGNARD (1884, 1885 und 1891), SARGANT (1896), MOTTIER (1898) und STRASBURGER (1908_a) bestätigt. Der letzt genannte Autor hat gemeint, daß diese Hyperchromosomigkeit durch Überernährung des unteren Kernes bedingt wird, und daß die Längshälften der in der Anaphase der heterotypischen Teilung längsgespaltenen Chromosomen in der homöotypischen Teilung wieder eine Äquationsteilung erfahren. Obwohl es schwer ist zu entscheiden, ob diese Erscheinung mit derjenigen der oben erwähnten chloralisierten Zellen identisch ist, unterscheiden sich diese beiden von der echten Meiosis dadurch, daß aus dem $2x$ Chromosomen enthaltenden Kern in der nächsten Teilung $2x$ Chromosomen ausgebildet werden. Bei den chloralisierten Zellen sind die längsgespaltenen Chromosomen, aus deren Gruppe ein Kern rekonstruiert wird, bereits zweiwertig und es tritt der Kern in den Ruhezustand ein, während in der Interkinese der meiotischen Teilung der Pollenmutterzellen die Chromosomen mehr oder weniger sich erhalten. Darin liegt der Grund, daß in jenem Falle die nicht reduzierte und in diesem die reduzierte Chromosomenzahl auftritt. M. BOVERI (1903, S. 409 und 441) hat im befruchteten Seeigellei die einpolige Mitosis konstatiert, und sie ist der richtigen Ansicht, daß jede Längshälfte sich wie ein selbständiges Chromosom verhält, und bei der nächsten Teilung so viel Chromosomen aus sich hervorgehen läßt, als vorher Längshälften vorhanden waren. Wenn die Interkinese der Embryosackanlage von *Lilium* mit derjenigen der Pollenmutterzelle dieser Pflanze verglichen wird, so kann man sogleich bemerken, daß die beiden Verhältnisse auseinander gehen. Während bei der letzteren die beiden Tochterkerne fast unmittelbar in die Prophase der nächsten Teilung eintreten, sieht man bei der ersteren einen Ruhezustand.

Gestützt darauf kommen wir zu der Annahme, daß auch die Vermehrungsvorgänge der Chromosomenzahl des unteren Kernes der Embryosackanlage von *Lilium* in gleicher Weise vor sich gehen, wie bei den oben genannten chloralisierten Zellen. Natürlich ist es nötig, hier anzunehmen, daß die oberen Kerne nicht in einen so vollständigen Ruhezustand eintreten, wie die untern, damit sie in der homöotypischen Teilung die Chromosomen in reduzierter Anzahl differenzieren können. Was die Faktoren betrifft, die einen vollständigen Ruhezustand der unteren Kerne hervorrufen, so vermag ich keine Deutung zu geben. Jedenfalls kann ich die hypothetische Ansicht, daß die Chromosomen dabei nur aktiv wiederholte Längsspaltung erfahren können, nicht teilen; denn sie nimmt keine Rücksicht auf die Zustände des Kernes.

Aus wenigen, selbst ein oder zwei Chromosomen kann ein Karyomer oder ein kleiner Kern rekonstruiert werden, wodurch der hypochromosomige Kern entsteht. Aber ein isoliertes Chromosom oder dessen Bruchstück degeneriert in den meisten Fällen zuletzt im Cytoplasma, sodaß ein einzelnes Chromosom kaum einen selbständigen Kern hervorbringen kann (Fig. 120 und 125). Die chromatische Substanz dieses Chromosoms verhält sich anfangs im Cytoplasma wie ein extranukleolarer Nukleolus, aber später kann man sie in der Zelle nicht mehr nachweisen.¹⁾

Wenn die hypochromosomigen Kerne, die meistens in der mehrkernigen Zelle vorhanden sind, in Teilung eintreten, werden soviele Chromosomen ausgebildet, als vorher Längshälften vorhanden gewesen sind. In Fig. 127a und b, die zwei Querschnitte durch eine die simultane Teilung erleidene Zelle von *Pisum sativum* darstellen, können wir die oben erwähnten Verhältnisse sehen.

1) In einigen Präparaten der chloralisierten oder durch andere äußere Faktoren beeinflussten Wurzelspitzen von *Vicia Faba*, *Pisum sativum* und *Zea Mays* habe ich die merkwürdige Tatsache gefunden, daß in allen diploiden Zellen ein einziges kleines chromatiches Körperchen vorkommt, das nach NĚMEC (1910, S. 188) unter dem Einfluß bestimmter äußerer Faktoren ausgefällt und später wieder aufgelöst wird. In den didiploiden Zellen beträgt die Zahl dieser Körperchen zwei oder eins, im letzteren Falle ist aber seine Größe doppelt wie bei den diploiden Zellen. Seine Lage ist unbestimmt, und sein Vorkommen wird auch in der Streckungszone nachgewiesen. Vorläufig bin ich noch nicht im stande, das Wesen und die Bedeutung dieses Körperchens aufzuklären. Nur soviel ist sicher, daß die Körperchen nicht mit den eben erwähnten degenerierenden Chromosomen identisch sind.

Diese zwei Kernplatten kommen aus zwei verschiedenen Kernen ; in Fig. 127a beträgt die Chromosomenzahl 23 und in Fig. 127 b nur 2. Die Chromosomenzahlen machen zusammen nicht Didiplodie aus. Daß dies im Zugrundegehen einiger Chromosomen seinen Grund hat, ist in Fig. 127 b zu bemerken. Es gibt da zwei Rudimente von Chromosomen neben den zwei intakten. In einer anderen simultanen Teilung machen die Chromosomen in den zwei Kernplatten zusammen Didiplodie (28) aus, und in der kleineren Platte werden nur drei Chromosomen wieder ausgebildet (Fig. 121). Diese Figur lehrt uns, daß die kleinen Kerne nur aus drei Chromosomenhälften entstanden sind. Derartiges ist auch in der simultanen Teilung in den chloralisierten Zellen von *Vicia Faba* zu bemerken (Fig. 86 und 87).

In den Zwergzellen sind die Verhältnisse des hypochromosomigen Kernes etwas anders. Wie NĚMEC (1904, S. 717) und STRASBURGER (1907b, S. 496) hervorgehoben haben, findet hier keine weitere Teilung mehr statt. Die in Fig. 88 dargestellten zwei Zellen, die die Abkömmlinge einer Mutterzelle sein sollen, zeigen uns diese Verhältnisse gut; die kleinere Zelle ist natürlich eine hypochromosomige und tritt nicht in Teilung ein, während in der hyperchromosomigen Zelle eine (abnorme) Teilung stattfindet.

h) Frage nach der Amitose.

Lange Zeit ist das Vorkommen, die Bedeutung usw. der Amitose und sogar ihre Beziehung zur Mitose von zahlreichen Autoren untersucht und erörtert worden.

Dieser auch Fragmentation oder indirekte Kernteilung bezeichnete Teilungsmodus kommt oft in den niedersten Organismen, so z. B. in verschiedenen Pilzarten¹⁾ und Protozoen vor. Selbst in höheren Organismen ist sein Vorkommen häufig. Im höheren Pflanzenreiche bieten zur Untersuchung der Amitose die Internodialzellen von *Tradescantia virginica* ein klassisches Material.

1) Siehe GUILLIERMOND (1911–1913, S. 409–412).

STRASBURGER (1882 und 1908^b) ist der Ansicht, daß die Amitose die ursprüngliche Form der Kernteilung sei, aus welcher sich die komplizierte Mitose entwickelt hat. Wenn sie bei den höheren organisierten Pflanzen auftritt, so stellt sie nach ihm einen abgeleiteten Vorgang dar, der sich an Kernen einstellt, die selber aus indirekter Teilung hervorgegangen sind und zwar meist infolge übermäßiger Ernährung.

R. HERTWIG (1898) hat bei den Untersuchungen an *Actinosphaerium Eichornii* eine ununterbrochene Reihe von Zwischenstufen festgestellt und den Schluß gezogen. „Wir sind somit jetzt in der Lage, zwischen den einfachsten Formen der Kerndurchschnürung (direkte Kernteilung) und den komplizierten Vorgängen der Karyokinese alle Übergänge festzustellen und damit den sicheren Nachweis zu führen, daß zwischen direkter und indirekter Kernteilung keine Grenze existiert“ (S. 689).¹⁾

Dagegen besteht BERTHOLD (1886, S. 176) auf der Meinung, daß die Mitose und die Amitose zwei ganz verschiedene, abgegrenzte Prozesse seien.

Die Frage, unter welcher Bedingung die Amitose eintritt, ist bisher in verschiedener Weise beantwortet worden.

Nach ZIEGLER und v. RATH (1891) liegt die Bedingung des Eintretens der Amitose immer innerhalb des Kernes selbst und findet in älteren und dem Untergang entgegengehenden Geweben und bei pathologischen Prozessen statt. FLEMMING (1891)²⁾ und WALDEYER (1888) sind mit ihnen derselben Meinung. Diese Auffassung scheint für die niedersten Organismen, in denen die Amitose stets bemerkt wird, wohl nicht zuzutreffen. STRASBURGER (1882) und WALDEYER (1888) aber betonen, daß die Amitose in den höheren Tieren und Pflanzen als ein sekundärer Prozeß zu betrachten ist, nicht aber als ein überlebender Prozeß der primitiven direkten Teilung bei den niedersten Organismen.³⁾

Andererseits haben einige Forscher, nämlich BALBIANI und

1) Zit. nach KONOPACKI (1912, S. 163).

2) und 3) Zit. nach WILSON (1911), *The cell in development and inheritance* (S. 117).

HENNEGUY (1896),¹⁾ GERASSIMOW (1892), NATHANSOHN (1900) und WASIELEWSKI (1903 und 1904), Versuche ausgeführt, welche die künstliche Hervorrufung des Eintretens der Amitose suchen. Diese Forscher behaupten, durch Verwundung, Temperaturniederung oder Anwendung verdünnter Chemikalien in ihren Untersuchungen positive Erfolge gehabt zu haben.

NATHANSOHN (1900) gelang es, auf Anregung von PFEFFER, in den gesunden Zellen von *Spirogyra* durch Anwendung 0.5%iger Ätherlösung die Amitose experimentell zu erzeugen. Die amitotische Teilung setzt sich so lang fort, als sich die Versuchspflanzen unter abnormen Kulturbedingungen befinden. Wenn die behandelten Spirogyrafäden wieder in normales Wasser zurückgebracht werden, so teilen sie sich wieder nur nach karyokinetischem Modus. Also haben sie selbst durch diese Behandlung ihr Vermögen sich mitotisch zu teilen nicht verloren. Gestützt auf dieses Ergebnis meint er: „Zum mindestens kann man sagen, daß das Vorurteil, welches vielfach den Bemühungen entgegengebracht wurde, die physiologische Gleichwertigkeit von Mitose und Amitose zu beweisen, durchaus unbegründet war“ (S. 75–76). Diese Beobachtung sowie die Auffassung NATHANSOHNs sind nicht als einwandfrei anzuerkennen, denn VON WISSELIINGH (1903) hat in mit Äther behandelten und ferner auch in chloralisierten Zellen von *Spirogyra* in keinem einzigen Falle die Amitose konstatiert.

WASIELEWSKI (1903 und 1904) hat Untersuchungen angestellt, welche die künstliche Hervorrufung der Amitose bei den höheren Pflanzen bezwecken. Es gelang ihm, in der Wurzelspitze von *Vicia Faba* durch Einwirkung von Chloralhydrat merkwürdige Figuren hervorzubringen, die er als amitotische Teilungen der Kerne deutet. Mit NATHANSOHN behauptet er die Möglichkeit des Wiederauftretens der Mitosen in vorher amitotisch geteilten Zellen, und er hat in diesen Zellen keine Degeneration beobachtet.

Bei höheren Pflanzen hat auch SHIBATA (1902, S. 648) in den infizierten Zellen der Wurzelknöllchen von *Podocarpus* derartige Erscheinungen festgestellt.

1) Zit. nach NATHANSOHN (1900, S. 51 und 53).

Die von WASIELEWSKI vertretene Auffassung wurde zuerst von NEMEC (1904) gründlich widerlegt und seitdem hat sich niemand mehr damit abgegeben. Ich bin auch in der Lage, das Eintreten der Amitose in den chloralisierten Wurzelspitzen zu leugnen. Wenn hantelförmige, furchige oder in Stücke zerbrochene Kerne beobachtet werden, so ist man allgemein sofort geneigt, hier die amitotische Kernteilung anzunehmen. Wenn aber die Genesis solcher Kerne genauer verfolgt wird, so kann man beweisen, daß es sich meist nicht um die amitotische Teilung handelt, sondern daß die häufig auftretenden Figuren, welche die Amitose vortäuschen können, modifizierte mitotische Teilungen darstellen. Doch behält die Besprechung der von WASIELEWSKI aufgezählten Typen von Amitosen auch für die allgemeine Auffassung der direkten Kernteilung ihre Geltung.¹⁾ WASIELEWSKI (1903, S. 403) legt auf dem Wege von der einfachsten zur kompliziertesten Kernteilungsform vier Stationen fest: Diatomese, Diaspase, Hemimitose und Mitose. Als Beispiel der Diatomese kann man die direkte Kernteilung bei *Chara* und *Tradescantia* geben, bei der Diaspase wandelt sich der Kern zu einem allgemein als hantelförmig bezeichneten Gebilde um, und bei der Hemimitose werden die Chromosomen ausgebildet, aber der Kern durchschnürt sich ohne Verschwinden der Kernmembran. Es ist aber nicht zu übersehen, daß diese Amitosenformen, die durch Chloralisierung in gesunden Zellen hervorgerufen werden, nicht die Durchschnürungserscheinungen andeuten, sondern als aus den unregelmäßig ausgeführten mitotischen Teilungen rekonstruierte Formen erklärt werden müssen. Der derartig rekonstruierte Kern bleibt nicht selten mit seiner unregelmäßigen Form bis zur Prophase der nächsten Teilungsgeneration erhalten (Fig. 85).

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit gestatten nun eine Beantwortung der Frage nach der Amitose. Als Fälle modifizierter Mitose, die solche Kernformen vortäuschen können, die der Amitose gleichen, möchte ich die folgenden aufzählen:

1) Ich bin noch nicht berechtigt, über die Amitose der niedersten Organismen zu sprechen, deshalb möchte ich mich auf die Amitose der höheren Organismen beschränken.

1. Die Kernverschmelzung in zwei- oder mehrkernigen Zellen, welche durch die von einer Scheidewandbildung ungleitete mitotische Kernteilung oder durch mehrgruppige Kernrekonstruktion entstanden sind (Fig. 81, 82 und 90).—Daraus entsteht die Diatomesenform.

2. Die Chromosomenbrücke (Fig. 65, 94, 106 und 109).—Daraus entsteht die Diaspasenform.

3. Die unzureichende Wanderung der Tochterchromosomen nach den Polen (Fig. 83).—Daraus entsteht die Diatomesen- oder Diaspasenform.

4. Die eingruppige Kernrekonstruktion aus den auf einem relativ engen Gebiete unregelmäßig zerstreuten Chromosomen (Fig. 56, 57, 62, 65, 75, 85, 96 und 103).—Daraus entsteht die Diatomesen-, Diaspasen- oder Hemimitosenform.¹⁾

Die von HÄCKER (1912, S. 54) und TISCHLER (1916, S. 224) als „Pseudoamitosen“ bezeichneten Bilder gehören zu dieser Kategorie. Wenn die echte amitotische Teilung sowohl in den künstlich behandelten als auch den unbehandelten Zellen auftritt, so ist sie, wenigstens bei höheren Organismen, nur eine nekrotische Fragmentierung,²⁾ bedeutet also nicht die Fortpflanzung des Kernes. Kürzlich hat sich SCHÜRHOFF (1915) mit Recht folgendermaßen darüber geäußert: „Während man früher die Amitose im allgemeinen der mitotischen Kernteilung gleichwertig erachtete und an ihr häufiges Auftreten glaubte, sind die bekannten Fälle immer mehr zusammengeschrumpft, sodaß wir heute nur sehr wenig Beispiele für Amitose zu Verfügung haben“ (S.499).

Es ist anzunehmen, daß den Autoren, welche behaupten, daß die Mitose sich im Gefolge amitotischer Vorgänge findet, nicht die echte Amitose vorgelegen hat, sondern die die Amitose vortäuschende Pseudoamitose. Es scheint mir am wahrscheinlichsten,

1) Das von WASIELEWSKI (1903) als Hemimitose bezeichnete und auf Fig. 5 dargestellte Bild wäre nichts anderes als diese eingruppige Rekonstruktion.

2) Vgl. TISCHLER (1910, S. [101]): „Zum sofortigen Tode führende amitotische Fragmentation usw. (=Fragmentationen schlechtweg).“ Es scheint mir, daß die „Amitose schlechtweg“ nach TISCHLER nicht die echte direkte Teilung, sondern nur die oben erwähnte abnorme Mitose ist.

daß sie die Pseudoamitose irrtümlicherweise als Amitose behandelt haben. Die Pseudoamitosen, insbesondere künstlich hervorgerufene,¹⁾ denen die echte Mitose folgen kann, sind fundamental von der Amitose verschieden; deshalb ist es unrichtig, sie mit der echten Amitose in Verbindung zu bringen. Als Amitose faßt man den Vorgang des Zerreißen des von der Kernmembran umschlossenen Kernleibes auf. Die natürlich oder künstlich hervorgerufenen abnormen Teilungen, die ursprünglich als Mitose begonnene Teilungsprozesse sind, und bei denen die Kernsubstanzen ohne Hilfe der Spindelfasern nach den gegenseitigen Polen wandern, sowie auch die eingruppig rekonstruierten hantelförmigen Kerne, sind nicht als Übergangsformen von der Mitose zur Amitose aufzufassen. Daß die typische Mitose diesen amitosenähnlichen Prozessen folgt, ist offenbar nur eine Fähigkeit der Zelle, die normalen Teilungsprozesse wiederherzustellen. Obwohl ich nicht weiß, welche amitotischen Bilder ZIEGLER, v. RATH, FLEMMING u. a. beobachtet haben, gestützt auf die sie ihre Schlüsse gezogen haben, so möchte ich mit ihnen behaupten, daß die echte Amitose, wenigstens bei höheren Organismen, ein Degenerationsprozeß des Kernes andeutet, und daß die einmal amitotisch geteilten Kerne unfähig sind, sich nachher wieder mitotisch zu teilen.

2. Behandlung mit Benzindämpfen.

Etwa 3 cm lange Keimwurzeln von *Vicia Faba* und *Zea Mays* werden vor der Behandlung mit Benzindämpfen 10 Minuten lang ins Wasser gelegt, dann werden sie unter eine 2.2 l fassende Glasglocke gestellt, die mit Wasser verschlossen wird, und unter welcher sich eine kleine Glasschale mit Benzin befindet, sodaß sich die in der Glocke befindliche Luft mit seinen Dämpfen sättigen kann. Die Wurzelspitzen wurden dabei nicht ins Wasser getaucht. In meinem Versuche konnten die Wurzeln nicht über zwei Stunden unter der Glocke verbleiben, ohne abzusterben. Die verderbten Wurzeln wurden nicht in Betracht gezogen. Nach der Behandlung wurden die Wurzeln etwa 5 Minuten lang der Luft ausgesetzt, und wieder in feuchte Sägespäne verbracht.

1) Vgl. HÄCKER (1900), SCHILLER (1909), WASIELEWSKI (1903 und 1904) und NĚMEC (1904).

Versuch. VIII.*Vicia Fabi minor.*

11. VIII. 1917.

Sägespäne 25°C.

Wasser 16°C.

Volumen der Glasglocke 2.2 l.

9 Uhr 20 vorm.—11 Uhr 20 vorm., 2 stündige Behandlung mit Benzindämpfen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

I. 11 Uhr 20 vorm., sofort.

II. 12 Uhr 20 nachm., nach einstündigem Verweilen in Sägespänen.

III. 1 Uhr 20 nachm., „ 2 stündigem „ „ „ .

IV. 2 Uhr 20 nachm., „ 3 stündigem „ „ „ .

V. 3 Uhr 20 nachm., „ 4 stündigem „ „ „ .

VI. 4 Uhr 20 nachm., „ 5 stündigem „ „ „ .

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

I. Wurzeln, die sofort nach 2 stündiger Behandlung fixiert wurden. Zahlreiche finalsprematistische Kerne mit verdickten Chromosomen, die bisweilen die sonst latente Einschnürung in sich aufweisen, sind vorhanden. In der Metaphase erscheinen die verkürzten und die sonst latente Einschnürung zeigenden Chromosomen mit oder ohne achromatischen Fasern strahlig um ein Zentrum gelagert (Fig. 129). Wenn die achromatischen Fasern der metaphasischen Figur fehlen, sind die ausgestrahlten Chromosomen von einem hyalinen Hof umgeben (Fig. 128). Weder normale Metakinese noch Anaphase wird beobachtet, an deren Stelle sind die Längshälften im Cytoplasma unregelmäßig zerstreut. Dies stellt natürlich die gestörten Zustände der Metakinese oder Anaphase dar. Oft werden in einer Zelle viele Kerne rekonstruiert, zwischen denen bisweilen die Ausbildung der Scheidewände unterbleibt; werden sie gebildet, so entstehen hyper- und hypochromosomige Zellen.

II. Wurzeln, die nach einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die mit verkürzten Knäueln versehenen finalsprematistischen Kerne erscheinen weniger zahlreich. Die Teilungsvorgänge haben die normalen Zustände wiederhergestellt. In der Metaphase sind die achromatischen Fasern deutlich entwickelt, und die Chromosomen sind zur normalen Form und Größe zurückgekehrt. Metakinese und Anaphase werden nicht so zahlreich

angetroffen. Daß sämtliche abnorm angeordneten metaphasischen Chromosomen in den Wurzeln der Gruppe I die abnorme Teilung ausgeführt haben, ist unwahrscheinlich, weil die Zahl der mehrkernigen Zellen und der hyper- oder hypochromosomigen Kerne hier nicht derjenigen der früheren abnormen Metaphase entspricht. Die ausgestrahlten Chromosomen mit den achromatischen Fasern haben die normalen Teilungsfähigkeiten wiedererlangt und zwei diploide Tochterzellen in gewöhnlicher Weise erzeugt. Dabei stimmt aber die Teilungsachse nicht immer mit der initialen überein, sondern sie neigt sich bisweilen etwa um 90° . Diese Orientierung kann man auch bei den Telophasen sehen, die jetzt oft angetroffen werden, und wo die Teilungsfiguren entlang der kurzen Achse der Zelle orientiert sind. Durch abnorme Rekonstruktion des Kernes¹⁾ werden zwei- oder mehrkernige Zellen und hyper- oder hypochromosomige Kerne und Zellen ausgebildet.

III. Wurzeln, die nach 2 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die finalspirematischen Kerne treten immer weniger zahlreich auf. Die Mitosis findet seltener statt. Die abnormen Teilungen und Rekonstruktionen kommen nicht mehr zum Vorschein; im weiteren sind die Verhältnisse gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe II wahrgenommen wurden.

IV, V und VI. Wurzeln, die nach 2-, 3- resp. 4 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die Teilungsvorgänge gehen ganz normal vor sich, aber die Mitosis findet noch nicht so oft statt. Die ziemlich zahlreichen didiploiden Zellen fangen an sich zu teilen. In den Wurzeln, die nach 3 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden, haben die mitotischen Figuren und Finalspireme die Neigung, an Zahl zuzunehmen.

Versuch IX.

Zea Mays (Stärkemais Rasse, Sapporo Hachigyō).

4. VIII. 1917.

Sägespäne 23°C .

Wasser 17°C .


Volumen der Glasglocke 2.2 l.

1) Siehe Zusammenfassung der Entstehungsvorgänge der Riesenzellen und Rieskerne (1)-(4) (S. 55-56).

12 Uhr 55 nachm.—2 Uhr 25 nachm., 1½ stündige Behandlung mit Benzindämpfen.
Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- | | | | | | |
|------|------------------|--------------------------------------------|---|---|---|
| I. | 2 Uhr 25 nachm., | sofort. | | | |
| II. | 3 Uhr 25 nachm., | nach einstündigem Verweilen in Sägespänen. | | | |
| III. | 4 Uhr 25 nachm., | „ 2 stündigem | „ | „ | „ |
| IV. | 5 Uhr 25 nachm., | „ 3 stündigem | „ | „ | „ |
| V. | 6 Uhr 25 nachm., | „ 4 stündigem | „ | „ | „ |

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

I. Wurzeln, die sofort nach 1½ stündiger Behandlung mit Benzindämpfen fixiert wurden. Die finalspirematischen Knäuel modifizieren sich bisweilen in der nebenstehenden Form , aber sie sind nicht so stark verkürzt und verdickt. Die metaphasischen Chromosomen, die durch die Einwirkung der Benzindämpfe verkürzt sind und die sonst latente Einschnürung zeigen, zerstreuen sich unregelmäßig im Cytoplasma (Fig. 131). Die achromatischen Fasern sind nicht ganz verschwunden; doch weisen sie mit den Tetraden zusammen eine stark gestörte Anordnung auf. Weder die normale Metakinese noch die Anaphase werden angetroffen, und die Tochterchromosomen zerstreuen sich so unregelmäßig im Cytoplasma, wie die metaphasischen Chromosomen. Normale Telophasen werden nur selten beobachtet, aber bisweilen finden abnorme Rekonstruktionen¹⁾ aus zerstreuten Chromosomen statt, und dadurch werden zwei- oder mehrkernige Zellen, hyper- oder hypochromosomige Kerne und Zellen erzeugt.

II. Wurzeln, die nach einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Form und Größe der finalspirematischen Knäuel sind gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe I beobachtet wurden. Die Mitosis geschieht meistens normal, aber auch die Chromosomenbrücke, Isolierung einiger Chromosomen, tripolare Teilung usw. sind nicht ausgeschlossen. Die Chromosomen sind von normaler Länge oder gering verkürzt, und weisen keine deutliche Einschnürung auf. Zwei- oder mehrkernige Zellen, hyper- oder hypochromosomige Kerne und Zellen werden wahrgenommen. Wie bei *Vicia Faba* haben die einmal unregelmäßig zerstreuten Chromosomen die normale Teilungsfähigkeit wiedererlangt.

1) Siehe Zusammenfassung der Entstehungsvorgänge der Riesenzellen und Riesenkerne (1)—(4) (S. 55–56)

III. Wurzeln, die nach 2stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die meisten Kerne bleiben im Ruhezustande. Wenn auch die Teilungsfigur selten beobachtet wird, so ist sie doch immer normal. Zwei- oder mehrkernige Zellen, hyper- oder hypochromosomige Kerne und Zellen kommen vor.

IV und V. Wurzeln, die nach 2- resp. 3 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die Mitosis geht ganz normal vor sich, aber in den Wurzeln der Gruppe IV findet sie selten statt. In den Wurzeln der Gruppe V nehmen die Teilungsfiguren an Zahl zu. Zweikernige Zellen werden oft beobachtet.

NĚMEC (1910, S. 261-266) hat auch einen Versuch mit Benzindämpfen angestellt, der die Hervorrufung der Veränderung der Chromosomenform bezweckt. Da aber Intensität und Zeitdauer der Einwirkung in seinen Versuchen sich nicht immer mit den meinigen decken, wäre es unberechtigt, die Resultate miteinander zu vergleichen.

Wie NĚMEC (1910) konstatiert hat, ist es tatsächlich gelungen, die Form der Chromosomen durch Benzindämpfe zu verändern. Es sei aber bemerkt, daß diese modifizierten Chromosomenformen ganz gleich jenen sind, die durch Chloralisierung und andere verschiedene Faktoren hervorgerufen werden. NĚMEC, der mit der Untersuchung der Chloralisierung so eingehend sich beschäftigt hat, konnte leider diese Sachlage nicht erkennen.

Die charakteristische strahlenförmige Anordnung der verkürzten Chromosomen bei *Vicia Faba*, ähnlich wie bei der Chloralisierung (Fig. 129), zeigt den Übergangszustand von abnorm zu normal, und sie tritt besonders durch Behandlung mit Benzindämpfen sehr zahlreich auf.

In einigen Wurzeln von *Vicia Faba*, die sofort nach 1½ stündiger Behandlung unter der mit Wasser verschlossenen Glasglocke von 1.21 fixiert und deren Schnitte daraufhin mit Eisenalaunhämatoxylin-Lichtgrün gefärbt wurden, werden zahlreiche metaphasische Teilungsfiguren in den periblematischen Zellen angetroffen. Die Chromosomen sind gering verkürzt und angeschwollen, und ihre Substanz ist durch die Benzindämpfe an der Peripherie weggefres-

sen. Das Innere der Chromosomen ist mit Hämatoxylin tingierbar, während das Äußere nur mit Lichtgrün gefärbt ist. Besonders bei den M-Chromosomen sind auch die eingeschnürten Teile von achromatischer Natur (Fig. 130). Hier will ich mich darauf beschränken, diese Figur nur als solche zu zeigen, ohne darauf näher einzugehen.

3. Ätherisierung.

Die Vorbehandlung sowie die Ätherisierung der Wurzelspitzen geschieht auf dieselbe Weise wie bei der Behandlung mit Benzin-dämpfen.

Versuch X.

Vicia Faba minor.

17. VIII. 1917.

Sägespäne 23°C.

Wasser 17.5°C.

Volumen der Glasglocke 2.2 l.

9 Uhr vorm.—10 Uhr 30 vorm., 1½ stündige Ätherisierung.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 10 Uhr 30 vorm., sofort.
- II. 11 Uhr 30 vorm., nach einstündigem Verweilen in Sägespänen (Die Streckungszonen sind erweicht).
- III. 12 Uhr 30 nachm., nach 2stündigem Verweilen in Sägespänen (Die Streckungszonen sind erweicht).
- IV. 1 Uhr 30 nachm., nach 3stündigem Verweilen in Sägespänen (Die Streckungszonen sind erweicht).
- V. 2 Uhr 30 nachm., nach 4stündigem Verweilen in Sägespänen (Die Streckungszonen sind erweicht).
- VI. 3 Uhr 30 nachm., nach 5stündigem Verweilen in Sägespänen (Die Streckungszonen sind erweicht).

Färbung mit Eisensalaunhämatoxylin.

I. Wurzeln, die sofort nach der Ätherisierung fixiert wurden.
Es finden sich zahlreiche finalsprematISChe Kerne mit normal oder abnorm verdickten Knäueln, in denen bisweilen die sonst latente Einschnürung sichtbar ist und an denen die kleinen chromatischen Körperchen haften. Einige Fälle ausgenommen, bleibt die metaphasische Teilungsfigur meistens normal erhalten, und die achromatischen Fasern entwickeln sich so gut wie normal.

Die Chromosomen sind unverändert, oder gering verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung. Aber diese Einschnürung kommt nicht so deutlich zum Vorschein wie bei der Chloralisierung. In der Metakinese und Anaphase geht der Teilungsprozeß nicht ganz normal vor sich, die Wanderung einzelner Chromosomen nach den Polen findet nicht gleichmäßig statt. An die Pole gelangt, spreizen sich die Chromosomen stark auseinander. In der Anaphase erscheinen die Tochterchromosomen ziemlich kurz und dick, und die sonst latente Einschnürung wird oft beobachtet. Die Telophase ist meistens normal, aber das Auftreten der schon wiederholt erwähnten Teilungsanomalien ist nicht ausgeschlossen. In einigen Fällen kommt es nicht zur Ausbildung einer Scheidewand.

II. Wurzeln, die nach einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die meisten finalspirematischen Kerne enthalten abnorm verdickte, bisweilen die sonst latente Einschnürung zeigende Chromosomen. Die Verhältnisse der Metaphase sind fast normal, aber die achromatischen Fasern sind etwas spärlich vorhanden. Die Chromosomen sind verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung, aber es gibt auch einige Kernplatten, wo die Chromosomen normal sind. Normale und abnorme Metakinese oder Anaphase zusammen kommen in einer Wurzel nebeneinander vor, und die Chromosomen weisen dabei die sonst latente Einschnürung auf. Die Metakinese, sowohl als auch die Anaphase nehmen an Zahl ab. Die Scheidewand wird meistens deutlich ausgebildet. Durch die Teilungsanomalien, die in den Wurzeln der Gruppe I stattgefunden haben, entstehen zwei- oder mehrkernige Zellen und hyperchromosomige Kerne.

III. Wurzeln, die nach 2 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die mit verdickten Chromosomen versehenen finalspirematischen Kerne und die Metaphase treten weniger zahlreich auf. Die Verhältnisse der Metaphase sind gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe II gefunden wurden. Die Metakinese, Anaphase und Telophase werden sehr selten angetroffen. Die meisten Zellen sind in den Ruhezustand eingetreten. Zwei- oder mehrkernige Zellen und hyperchromosomige Kerne sind sichtbar.

IV, V und VI. Wurzeln, die nach 3-, 4- resp. 5stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die Verhältnisse sind im großen und ganzen gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe III festgestellt worden sind. Die Teilungsfiguren treten immer weniger zahlreich auf. In den Wurzeln der Gruppe IV sind die Chromosomen stark verkürzt, aber die sonst latenten Einschnürungen treten nicht so auffällig auf. In den Wurzeln der Gruppe V kommt die Metaphase mit derartig verkürzten Chromosomen im Verein mit normalen Chromosomen zum Vorschein. In den Wurzeln der Gruppe VI ist die Länge der metaphasischen Chromosomen ganz normal.

Versuch XI.

Pisum sativum.

8. VIII. 1917.

Sägespäne 27°C.

Wasser 17°C.

Volumen der Glasglocke 2.2 l.

12 Uhr 25 nachm.—1 Uhr 55 nachm., 1½ stündige Ätherisierung.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 1 Uhr 55 nachm., sofort.
- II. 2 Uhr 25 nachm., nach einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- III. 3 Uhr 25 nachm., nach 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 4 Uhr 25 nachm., nach 3 stündigem Verweilen in Sägespänen. (Die Streckungszone einiger langen Wurzeln sind erweicht).
- V. 5 Uhr 25 nachm., nach 4 stündigem Verweilen in Sägespänen. (Die Streckungszone einiger langen Wurzeln sind erweicht).
- VI. 6 Uhr 25 nachm., nach 5 stündigem Verweilen in Sägespänen. (Die Streckungszone einiger langen Wurzeln sind erweicht).
- VII. 9 Uhr vorm. 9. VIII. nach etwa 19 stündigem Verweilen in Sägespänen. (Die Wurzeln sind ganz gesund).

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

I. Wurzeln, die sofort nach der Ätherisierung fixiert wurden. Die finalspirematischen Kerne mit den normal verdickten Knäueln finden sich in großer Anzahl. Einige Fälle ausgenommen sieht die Metaphase meistens normal aus, und die Spindelfasern bleiben schön erhalten. Die Chromosomen sind von normaler Form und Größe oder gering verkürzt und weisen die sonst latente Einschnürung mehr oder weniger deutlich auf. Metakinese, Anaphase

und Telophase gehen normal vor sich, aber bisweilen sind Anomalien bemerkbar.

II. Wurzeln, die nach einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die Teilungsfiguren werden sehr selten angetroffen. Wenn sie zum Vorschein kommen, kann man Tetraden¹⁾ beobachten, wie in den chloralisierten Wurzelspitzen von *Pisum*. Die finalspirematischen Kerne mit abnorm verdickten Chromosomen sind zahlreich vorhanden. Dann und wann sind hyperchromosomige Kerne bemerkbar.

III. Wurzeln, die nach 2 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die finalspirematischen Kerne kommen weniger zahlreich zu Gesicht, dagegen nehmen die Teilungsfiguren an Zahl zu, und sie alle weisen sich als normal auf. In einigen Fällen nehmen die metaphasischen Chromosomen, die auf der Kernplatte regelmäßig angeordnet sind, Tetradenform an. Hyperchromosomige Kerne werden nachgewiesen.

IV, V, VI und VII. Wurzeln, die nach 3-, 4-, 5-, resp. etwa 19 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die Teilungsprozesse geschehen ganz normal, und die Teilungsfiguren treten immer zahlreicher auf.

4 Behandlung mit Chloroformdämpfen.

Die Vorbehandlung und die Behandlung der Wurzelspitzen mit Chloroformdämpfen geschieht auf dieselbe Weise wie bei der Behandlung mit Benzindämpfen.

Versuch XII.

Vicia Faba minor.

17. VIII. 1917.

Sägespäne 23°C.

Wasser 17.5°C.

Volumen der Glasglocke 2.2 l.

9 Uhr 5 vorm.—10 Uhr 5 vorm., einstündige Behandlung mit Chloroformdämpfen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

1) SCHILLER (1909, S. 568–574) hat in den Furchungszellen von *Cyclops viridis* bei 1½ stündiger Behandlung mit 2%iger Ätherlösung das Auftreten der Querkerbe der Chromosomen, nämlich prophasische und metaphasische Vierergruppen, festgestellt.

- | | | | | | | |
|------|------------------|--------------------------------------------|---|---|---|---|
| I. | 10 Uhr 5 vorm., | sofort. | | | | |
| II. | 11 Uhr 5 vorm., | nach einstündigem Verweilen in Sägespänen. | | | | |
| III. | 12 Uhr 5 nachm., | „ 2 stündigem | „ | „ | „ | . |
| IV. | 1 Uhr 5 nachm., | „ 3 stündigem | „ | „ | „ | . |
| V. | 2 Uhr 5 nachm., | „ 4 stündigem | „ | „ | „ | . |
| VI. | 3 Uhr 5 nachm., | „ 5 stündigem | „ | „ | „ | . |

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

I. Wurzeln, die sofort nach einstündiger Behandlung fixiert wurden. Die finalsprematischen Kerne enthalten normal verdickte Knäuel, bisweilen aber auch abnorm verdickte. In der Metaphase sind die achromatischen Fasern in Verwirrung gebracht, und die Chromosomen, die gering verkürzt sind und die sonst latente Einschnürung¹⁾ zeigen, erscheinen relativ regelmäßig angeordnet oder dann und wann im Cytoplasma unregelmäßig zerstreut. Wenn die Spindelfasern nur spärlich auftreten, so erscheint an deren Stelle um die Chromosomengruppe herum ein hyaliner Hof.²⁾ Weder normale Metakinese noch Anaphase sind zu konstatieren, anstatt dessen zerstreuen sich die Längshälften der Chromosomen unregelmäßig. Die telophasischen Teilungsvorgänge gehen meistens normal vor sich, und der Phragmoplast und die Scheidewand werden genau ausgebildet.

II. Wurzeln, die nach einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die Verhältnisse der finalsprematischen Kerne sind gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe I festgestellt wurden. Die Spindelfasern sind reichlich vorhanden, auch die Metaphase tritt fast normal auf, aber sie ist weniger häufig anzutreffen. Die normal langen und die gering verkürzten und die sonst latente Einschnürung zeigenden Chromosomen kommen zusammen zum Vorschein. Die Anaphase und Telophase sind normal, aber in der Metakinese werden bisweilen Abnormitäten beobachtet. Die unregelmäßig zerstreuten Chromosomen und

1) SCHILLER (1909, S. 585-589) hat in den mit dünnem Chloroformwasser behandelten Furchungszellen von *Cyclops fuscus* das Auftreten der Querkerbe, nämlich Vierergruppen bemerkt. NĚMEC (1910, S. 185) hat in den mit Chloroformdämpfen behandelten somatischen Zellen von *Vicia Faba* die Verkürzung und Verdickung der Chromosomen konstatiert.

2) Auch NĚMEC (1910, S. 191) hat diese Figur beobachtet.

Spindelfasern, die in den Wurzeln der Gruppe I beobachtet werden konnten, haben die normalen Verhältnisse wieder erlangt, da weder abnormwertige Zellen noch Kerne hier nachgewiesen werden.

III. Wurzeln, die nach 2 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Es gibt zahlreiche finalspirematische Kerne mit abnorm verdickten Chromosomen. Die Teilungsfiguren sind normal und werden etwas zahlreicher angetroffen als bei den Wurzeln der Gruppe III. Form und Größe der Chromosomen sind normal oder abnorm.

V und VI. Wurzeln, die nach 4- resp. 5 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Ausgenommen, daß in den Wurzeln der Gruppe V die verkürzten Chromosomen mit der sonst latenten Einschnürung bisweilen zum Vorschein kommen, sehen alle Verhältnisse ganz normal aus.

5. Behandlung mit Salzsäure Kokain (*Cocainum hydrochloricum*).

Versuch XIII.

Pisum sativum.

16. VIII. 1917.

Sägespäne 24°C.

Wasser 17°C.

Cocainum hydrochloricum 0.5 %.

11 Uhr vorm.—11 Uhr 40 vorm., 40 Minuten lange Behandlung mit Salzsäure-Kokain-Lösung.

11 Uhr 40 vorm.—12 Uhr 40 nachm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosminmessigsäure.

I. 11 Uhr 40 vorm., sofort.

II. 1 Uhr 40 nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen (Die Streckungszonen sind erweicht).

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

I. Wurzeln, die sofort nach 40 Minuten langer Behandlung fixiert wurden. Die Teilungsvorgänge gehen normal vor sich. Die Knäuel einiger finalspirematischer Kerne verdicken sich etwas abnorm und erscheinen oft mit kleinen chromatischen Körperchen.

behaftet. Die metaphasischen Chromosomen sind gering verkürzt, und die sonst latente Einschnürung ist bisweilen schwach bemerkbar.



Textfig. 12. Aus einer Wurzel von *Pisum sativum*, die nach 40 Minuten langer Behandlung mit 0.5%iger Salzsäure Kokain-Lösung und dann nach einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurde (Versuch XIII). Die gering verkürzten Chromosomen mit sonst latenter Einschnürung treten auf. Aber die Tetraden kommen noch nicht zum Vorschein (Ach. 1.8 mm \times Komp. 12).

schnürung tritt oft auf (Textfig. 12). Aber die typischen Tetraden kommen noch nicht zum Vorschein.

6. Behandlung mit Kohlendioxyd (CO_2).

Versuch XIV.

Vicia Faba minor.

21. VIII. 1917.

Sägespäne 22°.

Wasser 17°.

3 Uhr 45 nachm.—4 Uhr 45 nachm., einstündige Behandlung mit Kohlendioxyd.

4 Uhr 45 nachm.—, Verweilen in Sägespänen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

I. 4 Uhr 45 nachm., sofort.

II. 10 Uhr vorm. 22. VIII., nach etwa 17 stündigem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

I. *Wurzeln, die sofort nach einstündiger Behandlung fixiert wurden.* Es kommen zahlreiche mit dicken Knäueln versehene finalsprematistische Kerne zum Vorschein. Die metaphasischen Figuren sind in Verwirrung gebracht. Die Spindelfasern sind in

II. *Wurzeln, die nacheinstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden.* Die meristematische Zone erweist sich cytologisch im großen und ganzen als gesund, wie denn auch die Mitosis normal stattfindet. Die finalsprematistischen Knäuel, bisweilen mit kleinen chromatischen Tropfen behaftet, werden allmählich abnormdicker. Die metaphasischen Chromosomen sind kürzer und dicker als diejenigen der Wurzeln der Gruppe I, und die sonst latente Einschnürung tritt oft auf (Textfig. 12). Aber die typischen Tetraden kommen noch nicht zum Vorschein.

Unordnung geraten, aber noch reichlich vorhanden. Chromosomen von verschiedener Länge werden beobachtet, d. h. sie sind normal lang, gering verkürzt oder stark verkürzt. In allen Fällen weisen sie die sonst latente Einschnürung auf und erscheinen im Cytoplasma unregelmäßig zerstreut (Fig. 132). Metakinese und Anaphase werden sehr selten angetroffen. In der Telophase entwickelt sich der Phragmoplast oder die Scheidewandanlage sehr kümmerlich oder gar nicht, und daraus erfolgt oft die zweikernige Zelle.

II. Wurzeln, die nach etwa 17 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Es gibt zahlreiche zweikernige Zellen, und auch didiploide Kerne sind nicht selten. Die Mitosis geht meistens normal von sich.

7. Behandlung mit warmem Wasser.

Als geeignetes Mittel zur Anwendung hoher Temperaturen, in denen die Keimwurzeln gehalten werden, habe ich warmes Wasser gebraucht.

Versuch XV.

Pisum sativum.

9. VIII. 1917.

Sägespäne 27°C.

Wasser 17°C.

Angewandtes Wasser 40°C.

10 Uhr 30 vorm.—11 Uhr 30 vorm., einstündige Behandlung mit warmem Wasser.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

I. 11 Uhr 30 vorm., sofort.

II. 12 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Verweilen in Sägespänen.

III. 1 Uhr 30 nachm., „ 2 stündigem „ „ „ .

IV. 2 Uhr 30 nachm., „ 3 stündigem „ „ „ .

V. 3 Uhr 30 nachm., „ 4 stündigem „ „ „ .

VI. 4 Uhr 30 nachm., „ 5 stündigem „ „ „ .

VII. 9 Uhr vorm. 10. VIII. nach 21½ stündigem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

I. Wurzeln, die sofort nach einstündiger Behandlung fixiert wurden. Die spirematischen Kerne sind wenig ersichtlich, aber es gibt gar keine verdickten Knäuel. Die metaphasischen Chromo-

somen sind entweder zusammengeklumpt oder am Ende miteinander verklebt. Die Spindelfasern sind schwer nachzuweisen, vielleicht sind sie verschwunden. Die Metakinese, Anaphase und Telophase werden nicht angetroffen. Die Teilungsprozesse dieser Stadien müssen anfänglich ohne bemerkenswerte Störung vor sich gegangen sein.¹⁾

II. Wurzeln, die nach einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Es gibt keine mit abnorm verdickten Knäueln versehenen finalsprematischen Kerne. Die metaphasischen Chromosomen sind noch zusammengeklumpt oder lösen sich etwas aus dem Haufen aus, wobei sie gering verkürzt erscheinen. Aus den Chromosomenklumpen rekonstruieren sich oft die didiploiden Kerne eingruppig. Weder Metakinese, noch Anaphase und Telophase werden beobachtet.

III, IV, V und VI. Wurzeln, die nach 2-, 3-, 4- resp. 5 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Abnorm verdickte finalsprematische Knäuel werden nicht angetroffen. Die metaphasischen Chromosomen, die zusammengedrängt erscheinen, lösen sich aus dem Haufen aus oder treten unmittelbar in eingruppige Kernrekonstruktion ein. Zahlreiche didiploide Kerne sind bemerkbar. Die Metakinese, Anaphase und Telophase finden noch nicht statt. In den Wurzeln der Gruppe IV werden die Verkürzung und die sonst latente Einschnürung, d. h. die Tetradenform der metaphasischen Chromosomen auffällig, was sich in den Wurzeln der Gruppe VI noch verstärkt.

VII. Wurzeln, die nach 2 1/2 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die mitotische Teilung geht ganz normal vor sich. Die Chromosomen sind normal lang und zeigen die sonst latente Einschnürung nicht. Zahlreiche didiploide Kerne und bisweilen auch zweikernige Zellen werden beobachtet.

Versuch XVI.

Vicia Faba minor.

17. VIII. 1917.

Sägespäne 23°C.

1) Dies kann in den Wurzeln, die sofort nach 30 Minuten langer Behandlung fixiert wurden, bewiesen werden.

Wasser 17.5°C.

Angewandtes Wasser 36.5°C.

9 Uhr 45 vorm.—2 Uhr 45 nachm., 5 stündige Behandlung mit warmem Wasser.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure, 2 Uhr 45 nachm., sofort.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

Dieser Versuch wurde nach der LUNDEGÄRDH'schen Vorschrift (1914_a) ausgeführt, um ganz sichere Vergleiche zu ermöglichen. Die Verkürzung der finalspirematischen Knäuel und die abnorme Metakinese und Anaphase, die LUNDEGÄRDH (1914_a) konstatiert hat, werden auch in meinem Falle beobachtet. Die metaphasischen Chromosomen sind gering verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung, trotzdem ist die Quersgmentation in nebenstehender Form $\frac{1}{2}$ fast nie nachweisbar. Wenn auch die konstante Einschnürung durch die Verwendung hoher Temperatur auffälliger gemacht wird, so ist es doch unrichtig zu sagen, daß die Abänderung der Chromosomenzahl dadurch bewirkt wird.¹⁾

8. g. Funkelun

Zu diesem Zwecke wurde eine 6 cm lange Induktionsrolle gebraucht, die mit 1-5 Yaischen Trocken-Batterien von je 2 Volt anfänglicher Kraft verbunden wurden. Etwa 3 cm lange Keimwurzeln von *Vicia Faba* und *Pisum sativum*, die vor der Funkelung 10 Minuten lang im Wasser gelegen hatten, kamen zur Verwendung. Die Funktionsweise ist folgende :

1. Fünf bis acht Spitzen der Keimwurzeln wurden auf einer Glasplatte nebeneinander gestellt und zwischen zwei Pole der Induktionsrolle gesetzt. Diese selbst wurde mit fünf neuen Batterien verbunden. In diesem Falle habe ich schwache sogen. bürstenförmige Funken verwendet, die 40 Sekunden bis 3 Minuten andauerten.

2. Die Induktionsrolle wurde mit einer oder zwei Batterien verbunden, und eine Spitze der Keimwurzel auf einer Glasplatte 5 Sekunden lang so stark gefunkelt, als es die Wurzel ohne abzusterben aushalten konnte. Die Funken drangen vom positiven Pol aus durch die Materialien zur negativen Platte.

1) Vgl. LUNDEGÄRDH (1914_a, S. 170).

Nach der Behandlung werden die Keimlinge sofort fixiert oder wieder in Sägespäne gesteckt.

Versuch XVII.

Vicia Faba minor.

17. VII. 1917.

Sägespäne 22°C.

Wasser 14°C.

1ste Funkelungsweise, 3 Minuten lange Funkelung, ungefähr um 4 Uhr nachm.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure, sofort nach der Funkelung.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

Versuch XVIII.

Vicia Faba minor.

17. VII. 1917.

Sägespäne 22°C.

Wasser 14°C.

2te Funkelungsweise, ungefähr um 4 Uhr 30 nachm.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure, sofort nach der Funkelung.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

Versuch XIX.

Vicia Faba minor.

10. VII. 1907.

Sägespäne 25.5°C.

Wasser 16.5°C.

1ste Funkelungsweise, 40 Sekunden lange Funkelung, ungefähr um 4 Uhr nachm.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure, 11 Uhr vorm. 11. VII, nach 19 stündigem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

Versuch XX.

Pisum sativum.

17. VII. 1917.

Sägespäne 23°C.

Wasser 15°C.

1ste Funkelungsweise, 2 Minuten lange Funkelung, ungefähr um 10 Uhr vorm.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

I. Ungefähr um 10 Uhr vorm., sofort.

II. 2 Uhr nachm., nach 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.

III. 10 Uhr vorm., 18. VII, nach 24 stündigem Verweilen in Sägespänen.

IV. 2 Uhr nachm. 18. VII, „ 28 stündigem „ „ „ „

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

Versuch XXI.

Pisum sativum.

3. VIII. 1917.

Sägespäne 23°C.

Wasser 17.5°C.

2te Funkelungsweise, 20 Sekunden lange Funkelung, ungefähr um 11 Uhr vorm.
Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. ungefähr 11 Uhr vorm., sofort.
- II. 12 Uhr 15 nachm., nach etwa einstündigem Verweilen in Sägespänen
(Die Wurzeln sind etwas erweicht).
- III. 1 Uhr 15 nachm., nach etwa 2 stündigem Verweilen in Sägespänen
(Die Wurzeln sind etwas erweicht).
- IV. 2 Uhr 15 nachm., nach etwa 3 stündigem Verweilen in Sägespänen
(gesunder als bei der Gruppe III).
- V. 3 Uhr 15 nachm., nach etwa 4 stündigem Verweilen in Sägespänen
(ganz gesund).
- VI. 4 Uhr 15 nachm., nach etwa 5 stündigem Verweilen in Sägespänen
(ganz gesund).

Versuche XVII, XVIII, XIX und XX.

In den Wurzeln der Versuche XVII und XVIII verkürzen sich die metaphasischen Chromosomen und weisen die sonst latente Einschnürung deutlich auf (Fig. 133). Im Versuch XVIII werden Unordnung in der Äquatorialplatte und spärliche Spindelfasern bemerkt, im Versuch XVII hingegen ist das nicht so sehr der Fall.

In den Wurzeln des Versuches XIX sind bisweilen zweiker-nige Zellen vorhanden, aber die sonst latente Einschnürung ist nicht mehr deutlich zu beobachten.

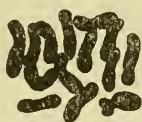
In den Wurzeln der Gruppe I des Versuches XX sind die metaphasischen Chromosomen direkt durch die Funkelung gering verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung. Die Kernplatte ist ziemlich auffällig gestört, aber die Spindelfasern sind reichlich vorhanden und fast normal angeordnet. Die zahlreichen Fälle von Metakinese und Anaphase gehen normal vor sich, und die Tochterchromosomen sind auch gering verkürzt, was uns lehrt, daß die Teilungsvorgänge in diesen Phasen durch die schwache Funkelung nicht verhindert werden.

In den Wurzeln der Gruppe II des Versuches XX werden die finalsprematischen Chromosomen oft abnorm verkürzt und verdickt. Die metaphasischen Chromosomen sind auffälliger verkürzt und zeigen deutlicher die sonst latente Einschnürung als diejenigen der Wurzeln der Gruppe I, deshalb erscheinen sie als typische Tetraden. Die mitotische Teilung geschieht ganz normal.

In den Wurzeln der Gruppen III und IV werden die sonst latenten Einschnürungen in den metaphasischen Chromosomen nur spärlich nachgewiesen, obwohl deren Verkürzung nicht so beträchtlich ist. Die anderen Verhältnisse sind normal.

Versuch XXI.

I und II. Wurzeln, die sofort nach der Funkelung resp. nach etwa einstündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Das Cyto-



plasma vakuolisiert. Die metaphasischen Chromosomen sind entweder nur gering oder stark verkürzt und zeigen mehr oder weniger die sonst latente Einschnürung (Textfig. 13). Die Kernplatte ist nicht immer normal eingerichtet und Unordnung unter den Chromosomen findet bisweilen statt. Fast keine Metakinese und Anaphase werden angetroffen, an deren Stelle treten zahlreiche Telophasen auf, die immer normal vor sich gehen.

Textfig. 13. Aus einer sofort nach 20 Sekunden langer Funkelung fixierten Wurzel von *Pisum sativum* (Versuch XXI). Die Chromosomen sind verkürzt und verdickt, bisweilen die sonst latente Einschnürung zeigend (Ach. 1.8 mm \times Komp. 12).

III. Wurzeln, die nach etwa 2 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die finalsprematischen Knäuel sind oft abnorm verkürzt und verdickt. Die metaphasischen Chromosomen sind auffällig verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung; sie weisen die Tetradenform auf. Auch die anaphasischen Chromosomen sind kürzer als gewöhnlich. Die mitotische Teilung geht normal vor sich.

IV, V und VI. Wurzeln, die nach etwa 3-, 4- resp. 5 stündigem Verweilen in Sägespänen fixiert wurden. Die Mitosis findet sehr selten statt. Die Teilungsverhältnisse erscheinen ganz normal und auch in der Form und Größe ist keine Besonderheit zu bemerken.

9. Röntgenbestrahlung.

Zur Verwendung kam ein kleiner Röntgenkolben in Verbindung mit einer 6 cm langen Induktionsrolle, die von 5 Yaischen Trocken-Batterien gespeist wurde. Die Keimwurzeln von *Pisum sativum* wurden in ein angefeuchtetes Tuch eingewickelt und auf eine Platte gelegt, dann wurden sie im Abstand von 10 cm vom Röntgenkolben der Bestrahlung ausgesetzt. Die Zeitdauer der Exposition betrug eine Stunde.

Versuch XXII.

Pisum sativum.

3. VIII. 1917.

Sägespäne 23°C.

Wasser 17.5°C.

Batterien 5.

9 Uhr 30 vorm.—10 Uhr 30 vorm., einstündige Bestrahlung.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

I. 10 Uhr 30 vorm., sofort.

II. 11 Uhr 30 vorm., nach einstündigem Verweilen in Sägespänen.

III. 12 Uhr 30 nachm., „ 2 stündigem „ „ „ „

IV. 1 Uhr 30 nachm., „ 3 stündigem „ „ „ „

V. 2 Uhr 30 nachm., „ 4 stündigem „ „ „ „

VI. 3 Uhr 30 nachm., „ 5 stündigem „ „ „ „

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

In den Wurzeln der Gruppen I und II sind die metaphasischen Chromosomen von normaler Länge oder gering verkürzt; die sonst latente Einschnürung ist noch nicht sehr deutlich.



In den Wurzeln der Gruppen III, IV, V und VI zeigen die metaphasischen Chromosomen zum Teile geringe, zum Teile starke Verkürzung; daher sind die Vierergruppen sichtbar (Textfig. 14). Die final-spirematischen Chromosomen verdicken sich bisweilen abnorm. Die Teilungsvorgänge sind meistens normal.

Textfig. 14. Aus einer nach einstündiger Röntgenbestrahlung fixierten Wurzel von *Pisum sativum* (Versuch XX'I). Die verkürzten und verdickten Chromosomen in der Kernplatte in Polansicht. Die anderen Kernplatten in Seitenansicht weisen schöne Tetraden auf (Ach. 1.8 mm \times Komp. 12).

10. Plasmolyse.

Versuch XXIII.

Vicia Faba minor.

13. III. 1918, im Gewächshause ausgeführt.

Sägespäne 18°C.

Wasser 12°C.

KNO₃ 6%.

10 Uhr 55 vorm.—11 Uhr 10 vorm., 15 Minuten lange Behandlung mit KNO₃-Lösung.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

I. 11 Uhr 10 vorm., sofort.

II. 3 Uhr 10 nachm., nach 4 stündigen Auswaschen.

Färbung mit Eisenalaunhämatoxylin.

I. Wurzeln, die sofort nach 15 Minuten langer Behandlung fixiert wurden. Wie NĚMEC (1910, S. 267) festgestellt hat, färben sich die Nukleolen schwach und bisweilen werden sie aus den Kernen ausgestoßen. Die ruhenden oder prophasischen Kernsubstanzen sind geschrumpft, was an die synaptische Kontraktion erinnert (Fig. 134 und 135). NĚMEC (1910, S. 267–268) meint aber, daß der hyaline Hof, der die zusammengeschrumpften Kernsubstanzen umgibt, wahrscheinlich außerhalb der Kernmembran erscheint, es sich also um eine tatsächliche plasmolytische Zusammenschrumpfung des Kernes handelt. Natürlich ist es schwer zu entscheiden, ob sich die Kerne und ihre Membranen zusammen kontrahieren, oder ob sich die Kernmembran allein zusammenzieht. Die prophasischen Kerne, wo die Knäuel etwas entwickelter sind, zeigen uns, daß meine Ansicht viel wahrscheinlicher ist. In der Fig. 135 ist eine ziemlich starke Membran bemerkbar, und die Knäuel sind an der Peripherie der kontrahierten Substanzen voneinander differenziert, ohne daß sie unmittelbar von einer Membran oder einer derartigen Substanz umschlossen sind. Von Interesse ist, was KUWADA (1911, S. 165) sagt: „It is not impossible that a sudden change of the osmotic equilibrium caused by the metabolic activities is the chief physiological cause of the synaptic contraction.“ In unserem plasmolysierten Zellen findet nicht nur die Kontraktion des Cytoplasmas, sondern auch diejenige der Kernsubstanzen statt. Es liegt mir nahe anzunehmen, daß die

Kernhöhle sich bei der Plasmolyse ebenso verhält wie die Zellhöhle. Ich neige zwar mit KUWADA der Auffassung zu, daß im Verlaufe des Wachstums der Pollenmutterzellen der osmotische Druck im Cytoplasma und im Kerne immer schwankt, und daß zumal in der Synapsis das osmotische Gleichgewicht auffallend verändert wird, um die Kernsubstanzen zusammenzuballen.

In der Metaphase konnte ich die angeschwollenen Chromosomen, die NĚMEC (1910. S. 269) beobachtet hat, nicht konstatieren. Die Chromosomen sind vielmehr dünner geworden, gering verkürzt und schwerer als die normalen Chromosomen (Fig. 136). Die Spindelfasern sind verschwunden, deshalb wären die kinetischen Vorgänge ganz sistiert. Diese metaphasischen Chromosomen und auch die metakinetischen rekonstruieren nun eingruppig didiploide Kerne, infolgedessen entstehen zahlreiche Riesenzellen mit hyperchromosomigen Kernen in den plasmolysierten Wurzeln (Fig. 137). In der Anaphase und Telophase bemerkt man oft viele Chromosomenbrücken zwischen den Tochterkernanlagen, was auch die Entstehung der Didiploidie verursacht. Der Phragmoplast oder die Scheidewand ist sehr schwach entwickelt, oder fehlt ganz. Daraus erfolgen zweikernige Zellen.

II. Wurzeln, die nach 4 stündigem Auswaschen fixiert wurden. Die ruhenden sowie prophasischen Kerne weisen normale Verhältnisse auf. Didiploide und zweikernige Zellen werden oft angetroffen. In einigen finalspirematischen Kernen sind die Knäuel abnorm verdickt. Die Teilungsvorgänge gehen ganz normal vor sich, aber die Chromosomen sind verdickt und verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung.

Versuch XXIV.

Pisum sativum.

7. VIII. 1917.

Sägespäne 27°C.

Wasser 14.5°C.

KNO₃ 6%.

1 Uhr 35 nachm.—1 Uhr 40 nachm., 5 Minuten lange Behandlung mit KNO₃-

Lösung.

1 Uhr 40 nachm.—2 Uhr 40 nachm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 1 Uhr 40 nachm., sofort.
- II. 2 Uhr 40 nachm., nach einstündigem Auswaschen.
- III. 3 Uhr 40 nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 4 Uhr 40 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 5 Uhr 40 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VI. 6 Uhr 40 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.

Färbung mit Eisenaunhämatoxylin.

In den Wurzeln der Gruppe I sind sämtliche Verhältnisse gleich jenen, die in den Wurzeln der Gruppe I des Versuches XXIII erwähnt worden sind (Fig. 138).

In den Wurzeln der Gruppen II und III liegen normale Teilungsfiguren vor mit gut entwickelten Spindelfasern. Die metaphasischen und anaphasischen Teilungsvorgänge gehen normal oder abnorm vor sich, in den letzteren Fällen tritt die Chromosomenbrücke oder die unzureichende Wanderung der Tochterchromosomen zu den Polen auf. Die eingruppige Rekonstruktion des Kernes wird oft angetroffen und didiploide sowie zweikernige Zellen sind nachweisbar.

In den Wurzeln der Gruppe IV sind die finalspirematischen Chromosomen bisweilen abnorm verdickt. Die metaphasischen Chromosomen sind verkürzt und verdickt und zeigen die sonst latente Einschnürung. Die Teilungsverhältnisse sind normal. Hyperchromosomige Kerne und zweikernige Zellen sind bemerkbar.

In den Wurzeln der Gruppen V und VI sind die metaphasischen Chromosomen gering verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung, deshalb kann man oft schöne Tetraden beobachten. Die abnorm verdickten finalspirematischen Knäuel kommen zahlreicher zum Vorschein als früher. Die anderen Verhältnisse sind gleich denen, die in den Wurzeln der Gruppe IV festgestellt wurden.

11. *Heterodera*-Gallen und achtmalige Chloralisierung:

Es scheint nicht unwahrscheinlich, daß die Zelle und der Kern, zumal die mitotische Teilung durch Parasiten in derselben.

Weise beeinflußt werden wie durch die oben gebrauchten verschiedenen künstlichen Reizmittel. Zu diesem Studium schienen mir die *Heterodera*-Gallen eines der geeignetsten Objekte zu sein, einerseits weil es sehr leicht ist, verschiedene Pflanzenarten mit *Heterodera radiculicola* zu infizieren, und dann auch weil die interessanten cytologischen Tatsachen in diesen Gallen schon von TISCHLER (1901) und NÉMEC (1910) eingehend untersucht worden sind. Es konnte aber nicht meine Aufgabe sein, alle cytologischen Daten betreffs dieser Gallen hier zu beschreiben und zu erörtern; ich wollte nur die spezifischen Erscheinungen hervorheben, die mit der Form und Größe der Chromosomen usw. in direkter Beziehung stehen und von niemandem bisher in Betracht gezogen worden sind.

Im Sommer des Jahres 1916 kamen durch die Freundlichkeit von Herrn Dr. K. NAGAKURA mit *Heterodera radiculicola* infizierte Sellerien (*Aspium Graveolens*) in Tokyo in meine Hände. Die infizierten Wurzeln dieser Sellerien wurden in den Topf gesetzt, in welchem die Wirtpflanzen *Vicia Faba* und *Pisum sativum* kultiviert wurden. Nach Verlauf eines Monats standen mir zahlreiche *Heterodera*-Gallen dieser Wirtpflanzen zur Verfügung, die hierauf mit Chromosmiumessigsäure fixiert wurden. Nach meiner Versetzung nach Sapporo ließen sich dieselben Materialien aus dem hiesigen Gewächshause reichlich erhalten.

Aus den fixierten Objekten wurden Paraffinschnitte hergestellt. Die Färbung geschah mit HEIDENHAIN'S Eisenalaunhämatoxylin.

Wie für die *Heterodera*-Gallen anderer Pflanzen festgestellt worden ist, ist *Heterodera radiculicola* fähig, mehrkernige Riesenzellen im Plerom der Wurzel hervorzurufen. Die schon bei der Chloralisierung erwähnten verschiedenen Arten der abnormen Zell- und Kernteilung wurden auch hier konstatiert, aber die Amitose wird nie angetroffen. Die Mehrkernigkeit kommt vor allem dadurch zu stande, daß die Kernteilung von keiner Scheidewandbildung begleitet ist. In den vorhergehenden Kapiteln wurden die Chromosomenmodifikationen, die von Teilungsanomalien begleitet sind oder bei der Sistierung der mitotischen Mechanik auftreten, oft beobachtet. Diese Beziehung ist, wie ich erwartet

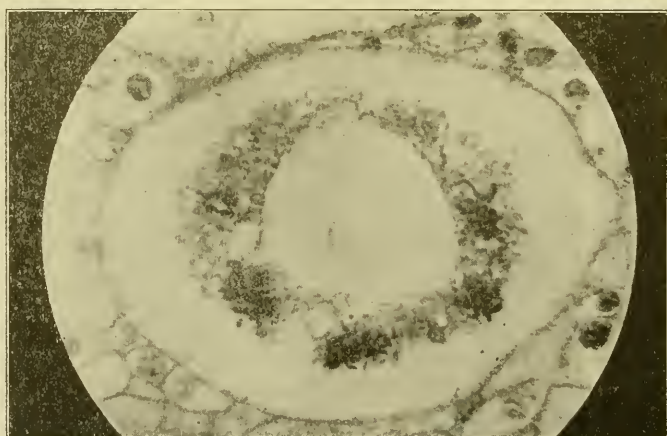
habe, auch hier nachweisbar. In einer zweikernigen Riesenzelle der infizierten Wurzel von *Pisum sativum* ist ein finalspirematischer Kern mit abnorm verkürzten, verdickten Chromosomen, einige unter denen sich als Tetraden ausweisen, vorhanden (Fig. 141).



Textfig. 15. Hyperchromosomige Kernplatte in der Polansicht aus einer *Heterodera*-Galle von *Pisum sativum*. Die Chromosomen nehmen in der Seitenansicht Tetradenform an (Apoch. 1.5 mm \times Komp. 12).

Solche Kerne sind auch in anderen Zellen nachweisbar. Am merkwürdigsten ist, daß in den normalen Äquatorialplatten einiger Zellen die Vierergruppen, die früher wiederholt hervorgehoben worden sind, auftreten. In der Polansicht erscheinen die Chromosomen nur hantelförmig, während in der Seitenansicht schöne Tetraden gesehen werden (Textfig. 15 und Fig. 139). Die Chromosomenzahl beträgt in einer Kernplatte nicht immer 14, da oft Hyperchromosomigkeit festgestellt wird.

In den *Heterodera*-Gallen von *Vicia Faba* werden auch diese Verhältnisse nachgewiesen. Die Chromosomen in den bestimmten Äquatorialplatten verkürzen sich und zeigen die sonst latente Einschnürung. Oft läßt sich hier Hyperchromosomigkeit erkennen



Textfig. 16. Simultane Kernteilung in einer Riesenzelle einer *Heterodera*-Galle von *Vicia Faba* (Mikrophotogr.).

(Fig. 140). Diese hyperchromosomigen Kerne entstehen natürlich durch einige jener Vorgänge, die auf S. 55 (1–10) kurz zusammengefaßt worden sind, im besonderen durch Kernverschmelzung. Nicht selten findet die simultane Mitosis in den Riesenzellen statt, aber die Scheidewandbildung unterbleibt hier (Textfig. 16).

Daß die Zellen der Wirtspflanzen durch die Ausscheidungsprodukte der Parasiten chemisch beeinflußt werden und dadurch ihre merkwürdige Vielkernigkeit annehmen, ist höchst wahrscheinlich. Die Teilungsanomalien und die Vielkernigkeit in den *Heterodera*-Gallen müssen durch andauernde Reizwirkung des *Heterodera*-Sekretes hervorgerufen werden. Wenn wir auch noch nicht imstande sind, von der ätiologischen Übereinstimmung zwischen pflanzlichen Gallen und tierischen Karzinomen zu sprechen, so können einige Ähnlichkeiten zwischen ihnen doch nicht geleugnet werden. Die abnormen Teilungsvorgänge und die Genesis der Riesenzellen, welche bei Karzinomzellen von zahlreichen Autoren konstatiert wurden,¹⁾ sind meistens identisch mit denjenigen, welche in *Heterodera*-Gallen und in den experimentell mit äußeren Reizen behandelten Zellen beobachtet werden. Nun unterliegt es keinem Zweifel, daß die Teilungsanomalien und die Entstehung der Riesenzellen im Karzinomgewebe der hier herrschenden Toxikation zuzuschreiben sind. Die Riesenzellen sowohl vom Karzinom als auch von den *Heterodera*-Gallen sind fähig, soweit immer hyperchromosomig über das normale Maß zu wachsen, bis endlich ihre Kerne in Nekrose geraten.

Mehrmäßige Chloralisierung, die auch als andauernder Reiz zu betrachten ist, wurde schon von NĚMEC (1910) ausgeführt. Ich habe die Wurzelspitzen von *Vicia Faba* achtmal²⁾ chloralisiert. Nach fünfmaliger Chloralisierung wurde auf der Oberfläche der meristematischen Zone ein Anzeichen gestörter Gesundheit bemerkt. Nach siebenmaliger Chloralisierung waren die charakteristischen äußeren Eigenschaften des Meristems verschwunden

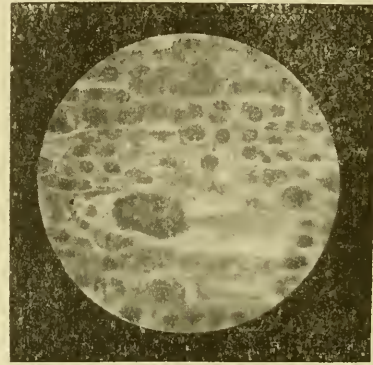
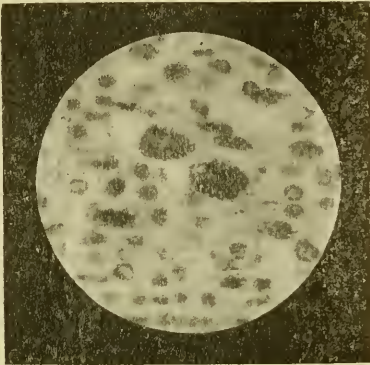
1) HANSEMAN (1892, 1893, 1902 und 1905), DERON (1911) u. a. Vgl. auch O. HERTWIG (1912, S. 234).

2) Täglich eine Stunde mit 0.75%iger Chloralhydratlösung.

und die Wurzelspitzen sahen wie Dauergewebe aus. In den Wurzelspitzen, welche achtmal chloralisiert wurden, gibt es zahlreiche mehrkernige oder einkernighyperchromosomige Riesenzellen, deren Kerne auch fähig sind, sich karyokinetisch zu teilen (Textfig. 17 und 18).

17.

18.



Textfig. 17 und 18. Riesenzellen und Riesenmitosen in den achtmalig chloralisierten Wurzelspitzen von *Vicia Faba* (Mikrophotogr.).

12. Teilungsanomalien der Zelle und des Kernes als Reaktion des Protoplasmas auf äußere Eingriffe.

Daß die komplizierten Mechanismen, welche bei jeder Zell- und Kernteilung sich betätigen, durch äußere Faktoren in auffälliger Weise beeinflusst werden, geht aus einer Anzahl von Beobachtungen unzweifelhaft hervor.¹⁾

Unter den äußeren Faktoren haben die meisten Autoren bei diesen Experimenten vor allem verschiedene Arten von Narkotika gebraucht. Dies brachte mir den Gedanken nahe, daß die Narkotika eine spezifische Wirkung besitzen, verschiedene Teilungsanomalien hervorzurufen. Trotzdem von H. MEYER, OVERTON und der VERWORNschen Schule verschiedene Hypothesen über die Narkose aufgestellt worden sind, sind wir über die lähmende Wirkung der Narkotika auf das Protoplasma leider noch immer im Dunkeln.

1) Außer den schon genannten Autoren kommen hier noch O. und R. HERTWIG (1887), GALEOTTI (1893), DEMOOR (1894), STOCKBERGEE (1911) u. a. hinzu.

CZAPEK (1913) äußert sich : „ weil durch diese Stoffe bei Tieren leicht Reflexlosigkeit, die durch geeignete Dosierung kürzere oder längere Zeit hindurch erzielbar ist („ Narkose “), hervorgerufen wird. Die parallelen Versuche an Pflanzen (*Mimosa*, *Dionaea u. a.*) zeigen unleugbare Verwandtschaft in dem äußeren Effekt, doch fehlt hier natürlich die für Tiere bezeichnende starke lokalisierte Wirkung auf die Reflexzentren und es entspricht die Wirkung in ihrem Wesen eigentlich nichts anderem als einer gewöhnlichen vorübergehenden Hemmungserscheinung. Dies muß man sich vergegenwärtigen, wenn man von „ Narkose bei Pflanzen spricht “ (S. 197). Die abnormen Teilungserscheinungen d. h. die Degeneration der Spindelfasern und der Phragmoplasten, die Zusammenballung, die Zerstreuung und die Formenmodifikation der Chromosomen usw., die bei unseren Versuchen konstatiert wurden, scheinen mir tatsächlich durch diese Hemmungs- und Störungswirkungen auf das Protoplasma einer Zelle nicht nur von Narkotika, sondern auch von anderen chemischen und physikalischen extranuklearen Faktoren hervorgerufen zu werden. Es handelt sich hier hauptsächlich um Unvollständigkeit der Teilungsmechanismen. Deshalb scheint es mir erläßlich, hier besonders die spezifische Wirksamkeit der Narkotika, oder die „ Lipidlöslichkeitstheorie “ oder die „ Erstickungstheorie “ anzunehmen, obwohl Narkotika, besonders Chloralhydrat, ausgezeichnete Faktoren sind, verschiedene komplizierte und zwar leicht reversible Anomalien hervorzubringen. Die in den vorliegenden Versuchen auftretende Variation der Anomalien ist also nicht qualitativ, sondern quantitativ. Mit anderen Worten, es können die Teilungsanomalien, Vielkernigkeit usw. durch irgend eine schädliche, aber untötliche Einwirkung natürlich oder künstlich in mehr oder weniger starkem Maße hervorgebracht werden. In der Natur finden die Teilungsanomalien häufig in verschiedenen Zellen statt, nämlich in solchen, die pathologisch sich verhalten oder keine lange Lebensdauer mehr haben.¹⁾ In diesem Falle sind die unvollständigen Teilungstätigkeiten dem Marasmus des Plasmas, oder

1) z. B. Endosperm, Tapeten usw. Siehe TISCHLER (1900), NĚMEC (1910) und BONNET (1912).

der Schwäche, die durch fremde Stoffe verursacht wurde, zuzuschreiben.

Im Gegensatz zu den meisten durch äußere Reize gehemmten Teilungstätigkeiten wird, soweit die Wirkungsintensität nicht zu groß ist, die Kernrekonstruktion aus den Chromosomen im betreffenden Alter äußerst beschleunigt, damit die Kernsubstanzen möglichst schnell in den Ruhezustand eintreten. Diese Tatsache lehrt uns, daß die Zeit von der Metaphase bis zur Telophase für die Kernsubstanzen die unsicherste Zeit ist. Auch die bei verhältnismäßig jungen Chromosomen Formen- und Größenveränderungen bewirkenden Faktoren werden dabei in den prophasischen sowie in metaphasischen und metakinetischen Kernen nicht gehindert, sodaß endlich merkwürdige ungewöhnliche Formen und Größen zum Vorschein kommen. Wir werden weiter unten darauf zurückkommen.

Es sei bemerkt, daß die schon erwähnten Teilungsabnormalitäten in den chloralisierten Wurzeln nicht stets von allen Autoren, die mit der Chloralisierung der Zellen sich beschäftigt haben, beobachtet worden sind. Als ich die Literatur bezüglich dieses Versuches durchlas, gewann ich die Überzeugung, daß diese Sachlage hauptsächlich auf unzureichende Beobachtungen und die Geringschätzung der Reaktionsstadien zurückzuführen sei.

In der vorliegenden Arbeit habe ich die verschiedenen chemischen und physikalischen Einwirkungen, durch die die Zell- und Kernteilung beeinflußt und die Teilungsabnormalitäten hervorgerufen werden können, auch als „Reize“¹⁾ bezeichnet. Es ist die Annahme, daß die in den durch äußere Faktoren hervorgebrachten Veränderungen der Teilungserscheinungen, wie die anderen intrazellulären Reizerscheinungen,²⁾ auf der Reizbarkeit des Protoplasmas beruhen, durchaus nicht unberechtigt. Es braucht auch hier von der Reizexposition bis zum Eintreten der Reaktion eine gewisse Zeit, darauf muß man bei derartigen Versuchen immer aufmerksam

1) Auch O. HERTWIG (1912, S. 231) und CZAPEK (1913, S. 162) haben diesen Ausdruck gebraucht.

2) Traumat- und Chemotaxis des Kernes, Beschleunigung der Plasmaströmung durch chemische Reize usw.

machen. Daher treten die merkwürdigen abnormen Teilungsercheinungen z. B. bei der Chloralisierung (Versuch I) erst nach einstündigem Auswaschen und 3-stündigem Verweilen in Sägespänen (Gruppe V) ein, während in den Wurzeln, die sofort nach der Chloralisierung fixiert wurden (Gruppe I), die Besonderheiten nicht so auffällig sind.

Bei meinen Versuchen verlaufen die Reaktionsstadien der chloralisierten Zellen ziemlich verschieden von denjenigen, die in den Mitteilungen der vorhergehenden Autoren beschrieben sind. In den sofort nach der Chloralisierung fixierten Wurzeln von *Vicia Faba* z. B. kommen bei NĚMEC (1904, S. 648-653) zahlreiche hantelförmige Kerne, zweikernige Zellen usw. vor, während bei meinem Versuche derartige Bilder noch nicht zu beobachten sind. Solche Differenzen der Beobachtungsergebnisse treten auch in den später fixierten Wurzeln auf, was aus den Beschreibungen anderer Autoren ersichtlich ist.

Wie schon erwähnt, habe ich beim Versuche mit *Vicia Faba*, (Versuch I) nur Materialien von derselben Spezies gebraucht und diese nach denselben Methoden chloralisiert, wie es bei den NĚMEC'schen Experimenten (1904) geschah, und dennoch sind die Resultate so verschieden. Selbst bei meinen Objekten kamen bisweilen kleine quantitative Variationen in den Abnormitäten zum Vorschein. Um solche Divergenzen des Reaktionsstadiums, die die richtige Auffassung zu erreichen nicht wenig verhindern, zu beseitigen, ist es nötig, daß außer der bestimmten Konzentration der Lösung¹⁾ und der bestimmten Dauer der Beeinflussung auch die anderen physiologischen Bedingungen und die individuelle Variabilität der gebrauchten Objekte berücksichtigt werden.²⁾

Um zu prüfen, in welchen verschiedenen Graden die Teilungsanomalien je nach der Wirkungsdauer und Intensität der äußeren

1) Es sei darauf hingewiesen, daß Chloralhydrat sehr hygroskopisch ist und daß stets die volle Konzentration gebraucht werden muß.

2) KORIHA (1909, S. 53) hat darauf hingewiesen, daß der individuelle Unterschied der physiologischen Leistungen in einer und derselben Rasse sehr bedeutend ist, und daß man in jedem physiologischen Experimente stets die individuelle Verschiedenheit des Versuchsobjektes berücksichtigen muß.

Faktoren hervorgerufen werden, habe ich folgende zwei Versuche angestellt.

Versuch XXV.

In diesem Versuche dauert die Einwirkung verschieden lang, unter Anwendung derselben Konzentration und bei denselben physiologischen Bedingungen.

Die Spitzen der etwa 3 cm langen Keimwurzeln von *Vicia Faba minor* wurden in großer Anzahl in eine 0.75%ige Chloralhydratlösung gelegt, nach verschiedener Wirkungsdauer herausgenommen, sodann eine Stunde lang im fließenden Leitungswasser von 24°C ausgewaschen und wieder in feuchte Sägespäne gesetzt. Diese behandelten Wurzeln wurden mit Chromosmiumessigsäure fixiert.

Vicia Faba minor.

3. VII. 1916.

Sägespäne 27°C.

Wasser 24°C.

Chloralhydrat 0.75%.

(A)

10 Uhr vorm.—10 Uhr 15 vorm., 15 Minuten lange Chloralisierung.

10 Uhr 15 vorm.—11 Uhr 15 vorm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 10 Uhr 15 vorm., sofort.
- II. 11 Uhr 15 vorm., nach einstündigem Auswaschen.
- III. 12 Uhr 15 nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 1 Uhr 15 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 2 Uhr 15 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VI. 3 Uhr 15 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VII. 4 Uhr 15 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VIII. 5 Uhr 15 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IX. 6 Uhr 15 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- X. 7 Uhr 15 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen.

(B)

10 Uhr vorm.—10 Uhr 30 vorm., $\frac{1}{2}$ stündige Chloralisierung.

10 Uhr 30 vorm.—11 Uhr 30 vorm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 10 Uhr 30 vorm., sofort.
- II. 11 Uhr 30 vorm., nach einstündigen Auswaschen.
- III. 12 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 1 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 2 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VI. 3 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VII. 4 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VIII. 5 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IX. 6 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- X. 7 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen.

(C)

10 Uhr vorm.—10 Uhr 45 vorm., $\frac{3}{4}$ stündige Chloralisierung.

10 Uhr 45 vorm.—11 Uhr 45 vorm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 10 Uhr 45 vorm., sofort.
- II. 11 Uhr 45 vorm., nach einstündigem Auswaschen.
- III. 12 Uhr 45 nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 1 Uhr 45 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 2 Uhr 45 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VI. 3 Uhr 45 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VII. 4 Uhr 45 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VIII. 5 Uhr 45 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IX. 6 Uhr 45 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen.

- X. 7 Uhr 45 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen.

(D)

10 Uhr vorm.—11 Uhr vorm., einstündige Chloralisierung.

11 Uhr vorm.—12 Uhr mittags, einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 11 Uhr vorm., sofort.
- II. 12 Uhr mittags, nach einstündigem Auswaschen.
- III. 1 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 2 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 3 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VI. 4 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VII. 5 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VIII. 6 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IX. 7 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- X. 8 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen.

(E)

10 Uhr vorm.—11 Uhr 30 vorm., 1½ stündige Chloralisierung.

11 Uhr 30 nachm.—12 Uhr 30, nach einstündigem Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 11 Uhr 30 vorm., sofort.
- II. 12 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen.
- III. 1 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 2 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 3 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VI. 4 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VII. 5 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen.

- VIII. 6 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IX. 7 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- X. 8 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen.

(F)

10 Uhr vorm.—12 Uhr mittags, 2 stündige Chloralisierung.

12 Uhr mittags—1 nachm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 12 Uhr mittags, sofort.
- II. 1 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen.
- III. 2 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 3 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 4 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- (VI. 5 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.)¹⁾
- VII. 6 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VIII. 7 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IX. 8 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- X. 9 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen.

Zum Zwecke dieses Versuches habe ich einige bestimmte Arten der normalen und abnormen Teilungsfiguren ausgewählt, um ihre Anzahl in den bestimmten Stadien festzustellen. Die Längsschnitte der chloralisierten Wurzelspitzen wurden 10 μ dick hergestellt und mit Eisenalaunhämatoxylin-Lichtgrün gefärbt. Die Präparate wurden auf den beweglichen Kreutztisch gelegt. Darauf wurden in jedem Präparate 12 Längsschnitte und zwar jeder zweite Schnitt beobachtet, um die wiederholte Zählung solcher Zellen, die durch das Mikrotommesser durchgeschnitten und auf zwei Nachbarschnitte verteilt sind, zu vermeiden. Sechs Reihen von Feldserien

1) Diese Objekte gingen nach der Fixierung leider verloren.

in einem jeden Schnitt wurden unter Benutzung des ZEISS'schen Achromat-Objektivs 1.8 mm und des HUYGENS'schen Okulares 4 und durch die Bewegungsmöglichkeit des Kreutztisches vom Kalypstrogen nach der Streckungszone beobachtet. In den folgenden Tabellen stehen die Gesamtzahlen jeder Figur, die von 36 Längsschnitten der auf gleiche Weise behandelten und zu gleicher Zeit fixierten drei Wurzeln durchschnittlich in 12 Schnitten gewonnen wurden.

- +++++ mehr als 150 Figuren.
 ++++ mehr als 100 Figuren.
 +++ mehr als 50 Figuren.
 ++ mehr als 10 Figuren.
 + weniger als 10 Figuren.
 — keine Figur.

TABELLE II.

Finalspirem mit verdickten Knäueln.

	A	B	C	D	E	F
I	++	++	++++	++++	++++	-++++
II	+++	+++	++++	+++++	+++++	+++++
III	+++	++	++++	++++	++++	++++
IV	++	++	++	++	++	++++
V	+	+	++	++	++	++
VI	+	+	++	--	++	?
VII	++	+	++	++	+	+
VIII	++	++	++	++	++	++
IX	++	+	+++	++	++	++
X	++	++	+++	+++	+++	+++

TABELLE III.

Normale Metaphase.

	A	B	C	D	E	F
I	+++	+	—	—	—	—
II	—	—	—	—	—	—
III	++	—	—	—	—	—
IV	++	—	—	—	—	—
V	++	—	—	—	—	—
VI	++	—	—	—	—	?
VII	++++	—	—	—	—	—
VIII	++++	++	—	—	—	—
IX	++++	++++	—	—	—	—
X	+++++	+++++	+++	—	—	—

TABELLE IV.

Abnorme Metaphase mit achromatischen Fasern ; die Chromosomen sind normal lang oder gering verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung.

	A	B	C	D	E	F
I	++	+++	++++	++	—	—
II	+++++	—	—	—	—	—
III	+++	—	—	—	—	—
IV	++	—	—	—	—	—
V	++	+++	—	—	—	—
VI	—	++	—	—	—	?
VII	—	+++	+++	—	—	—
VIII	—	+++++	+++	++	—	—
IX	—	+++	+++++	++	—	—
X	—	++	++++	++++	—	—

TABELLE V.

Sehr abnorme Metaphase und Metakinese ohne achromatische Fasern; die Chromosomen sind gering verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung.

	A	B	C	D	E	F
I	—	—	—	—	++++	++
II	—	++	+++	+++	+++	—
III	—	+++++	+++++	+++++	+++	—
IV	—	+	—	—	—	—
V	—	+	+	+	—	—
VI	—	+	+	+	—	?
VII	—	++	—	—	—	—
VIII	—	—	—	—	—	—
IX	—	—	—	—	—	—
X	—	—	—	—	—	—

TABELLE VI.

Sehr abnorme Metaphase und Metakinese mit schwach entwickelten achromatischen Fasern; die Chromosomen sind stark oder sehr stark verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung.

	A	B	C	D	E	F
I	—	—	—	—	—	—
II	—	—	—	—	—	—
III	—	—	—	—	—	—
IV	—	++	—	—	—	—
V	—	+	—	—	—	—
VI	—	—	—	—	—	?
VII	—	—	+	—	—	—
VIII	—	—	+	+++	+++	—
IX	—	—	—	++++	+++	—
X	—	—	—	++++	++++	+++++

TABELLE VII.

Sehr abnorme Metaphase und Metakinese ohne achromatische Fasern ; die Chromosomen sind stark oder sehr stark verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung.

	A	B	C	D	E	F
I	—	—	—	—	—	—
II	—	+	++	+++	++	++
III	—	++	+++	+++	+++	++
IV	—	+++++	+++++	++++	+++++	+++++
V	—	+++	+++	++++	+++	+++
VI	—	—	+++	+++	+++	?
VII	—	—	++	+++	++	++
VIII	—	—	++	++	++	++
IX	—	—	—	—	+	++
X	—	—	—	—	—	++

TABELLE VIII.

Normale Metakinese und Anaphase.

	A	B	C	D	E	F
I	++	++	+++	—	—	—
II	+	—	—	—	—	—
III	+	—	—	—	—	—
IV	++	++	—	—	—	—
V	++	++	—	—	—	—
VI	++	++	+	—	—	?
VII	++	++	++	—	—	—
VIII	+++	+++	++	—	—	—
IX	+++	+++	+++	—	—	—
X	+++	++	++	—	—	—

TABELLE IX.

Abnorme Metakinese und Anaphase mit achromatischen Fasern.

	A	B	C	D	E	F
I	+	++	+++	+	+	—
II	+	—	—	—	—	—
III	+++	—	—	—	—	—
IV	++	++	—	—	—	—
V	++	++	—	—	—	—
VI	++	++	+	—	—	?
VII	++	++	++	—	—	—
VIII	+	+++	++	++	++	—
IX	+	+++	+++	+++	++	—
X	+	++	++	+++	+++	++

TABELLE X.

Normale Telophase.

	A	B	C	D	E	F
I	+++	+++	+++	+	—	—
II	++	+	—	—	—	—
III	++	—	—	—	—	—
IV	++	++	—	—	—	—
V	++	++	—	—	—	—
VI	++	++	+	—	—	?
VII	++	++	++	—	—	—
VIII	+++	+++	++	+	+	—
IX	+++	++++	++++	++	++	—
X	+++	++++	+++	+++	++	++

TABELLE XI.

Abnorme Telophase.

	A	B	C	D	E	F
I	—	+	++	+++	+++	++
II	+	+	++	++	+	+
III	++	—	+	—	—	—
IV	++	++	—	—	—	—
V	+	++	—	—	—	—
VI	+	++	—	—	—	?
VII	—	+	++	—	—	—
VIII	—	—	+	++	+	—
IX	—	—	+	++	++	—
X	—	—	—	++	++	++

TABELLE XII.

Ein- oder mehrgruppige Rekonstruktion.

	A	B	C	D	E	F
I	—	—	+	++	++	++
II	++	+++	+++	+++	++++	++++
III	+	++	+++	++	++++	+++
IV	—	+++	++	++	+++	++
V	—	++++	+++++	++++	++	++
VI	—	+++	+++	+++++	+++++	?
VII	—	+	++	+++	+++	++
VIII	—	—	+	+++	++	++
IX	—	—	—	++	++	++
X	—	—	—	++	++	++

TABELLE XIII.

Zwei- oder mehrkernige und hyper- oder hypochromosomige Zellen.

	A	B	C	D	E	F
I	—	—	—	—	—	+
II	++	++	++	++	++	++
III	++	++	+++	+++	+++	+++
IV	++	+++	+++	+++	++++	+++
V	++	+++	+++	+++	+++	+++
VI	++	+++++	++++	+++	+++++	?
VII	++	+++	+++	+++++	+++	+++
VIII	++	+++	+++	+++++	+++	+++
IX	++	++++	++++	+++	+++	+++
X	++	+++	++++	+++++	+++	+++

Versuch XXVI.

In diesem Versuche wurden unter denselben physiologischen Bedingungen und gleichlanger Einwirkungszeit aber verschiedener Konzentration des Chloralhydrates eine große Anzahl von Wurzelspitzen von *Vicia Faba minor* chloralisiert. Nach einstündiger Einwirkung wurden sie eine Stunde lang in fließendem Leitungswasser von 25°C ausgewaschen und wieder in feuchte Sägespäne gesetzt. Diese behandelten Wurzeln wurden mit Chromosmiumessigsäure fixiert. Die Färbung der Schnitte geschah mit Eisenalaunhämatoxylin-Lichtgrün.

Vicia Faba minor

1. VIII. 1916.

Sägespäne 26°C (9 Uhr vorm.,—2 Uhr nachm.) und 27°C (2 Uhr nachm.—7 Uhr nachm.).

Wasser 25°C.

Einstündige Chloralisierung.

(A)

Chloralhydrat 0.025%.¹⁾

(B)

Chloralhydrat 0.05%.²⁾

(C)

Chloralhydrat 0.2%.

9 Uhr vorm.—10 Uhr vorm., einstündige Chloralisierung.

10 Uhr vorm.—11 Uhr vorm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

I. 10 Uhr vorm., sofort.

II. 11 Uhr vorm., nach einstündigem Auswaschen.

III. 12 Uhr mittags, nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.

IV. 1 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.

V. 2 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.

VI. 3 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.

VII. 4 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen.

VIII. 5 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen.

IX. 6 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen.

X. 7 Uhr nachm., nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen.

(D)

Chloralhydrat 0.5%.

9 Uhr 30 vorm.—10 Uhr 30 vorm., einstündige Chloralisierung.

10 Uhr 30 vorm.—11 Uhr 30 vorm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

I. 10 Uhr 30 vorm., sofort.

II. 11 Uhr 30 vorm., nach einstündigem Auswaschen.

1) und 2) Da in den Wurzeln der Gruppen (A) und (B) in keinem Reaktionsstadium bemerkenswerte Abnormitäten beobachtet wurden, habe ich sie von diesem Versuche ausgeschlossen.

- III. 12 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 1 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 2 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- (VI. 3 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen)¹⁾.
- VII. 4 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VIII. 5 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IX. 6 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- X. 7 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen.

(E)

Chloralhydrat 0.75%.

9 Uhr 30 vorm.—10 Uhr 30 vorm., einstündige Chloralisierung.

10 Uhr 30 vorm.—11 Uhr 30 vorm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 10 Uhr 30 vorm., sofort.
- II. 11 Uhr 30 vorm., nach einstündigem Auswaschen.
- III. 12 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 1 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 2 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VI. 3 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VII. 4 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VIII. 5 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IX. 6 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- X. 7 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen.

1) Diese Objektk gingen nach der Fixierung leider verloren.

(F)

Chloralhydrat 1%.

9 Uhr 30 vorm.—10 Uhr 30 vorm., einstündige Chloralisierung.

10 Uhr 30 vorm.—11 Uhr 30 vorm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

- I. 10 Uhr 30 vorm., sofort
- II. 11 Uhr 30 vorm., nach einstündigem Auswaschen.
- III. 12 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in Sägespänen.
- IV. 1 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- V. 2 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VI. 3 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VII. 4 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- VIII. 5 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 6 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- IX. 6 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 7 stündigem Verweilen in Sägespänen.
- X. 7 Uhr 30 nachm., nach einstündigem Auswaschen und 8 stündigem Verweilen in Sägespänen.

Die Methode zur Zählung der Figuren war ganz gleich derjenigen, die im Versuche XXV erwähnt wurde.

TABELLE XIV.

Finalspirem mit verdickten Knäueln.

	C	D	E	F
I	+++	++++	+++	+++
II	++	++++	+++++	+++++
III	+++	+++	+++++	+++++
IV	++	++	+++	+++
V	+++	—	+++	+++
VI	+++	?	++	++
VII	++	—	++	++
VIII	+++	+	++	++
IX	+++	+	++	++
X	+++	++	+++	++

TABELLE XV.

Normale Metaphase.

	C	D	E	F
I	++	—	—	—
II	++	—	—	—
III	+++	—	—	—
IV	+++	—	—	—
V	+++	—	—	—
VI	+++	?	—	—
VII	++++	—	—	—
VIII	++++	—	—	—
IX	+++++	++	—	—
X	+++++	+++	—	—

TABELLE XVI.

Abnorme Metaphase mit achromatischen Fasern ; die Chromosomen sind normal lang oder gering verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung.

	C	D	E	F
I	++	++	++	++
II	+++++	—	—	—
III	++	—	—	—
IV	+	—	—	—
V	—	—	—	—
VI	—	?	—	—
VII	—	+	—	—
VIII	—	+++	+	—
IX	—	++	+++	—
X	—	+++	+++++	++

TABELLE XVII.

Sehr abnorme Metaphase und Metakinese ohne achromatische Fasern; die Chromosomen sind gering verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung.

	C	D	E	F
I	—	++++	++++	++
II	—	+++++	+++	+++
III	—	—	+++	++
IV	—	—	—	++
V	—	—	—	—
VI	—	?	—	—
VII	—	—	—	—
VIII	—	—	—	—
IX	—	—	—	—
X	—	—	—	—

TABELLE XVIII.

Sehr abnorme Metaphase und Metakinese mit schwach entwickelten achromatischen Fasern; die Chromosomen sind stark oder sehr stark verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung.

	C	D	E	F
I	—	—	—	—
II	—	—	—	—
III	—	—	—	—
IV	—	—	—	—
V	—	—	—	—
VI	—	?	—	—
VII	—	++	—	—
VIII	—	+++	+++	—
IX	—	—	++++	+
X	—	—	++++	+++

TABELLE XIX.

Sehr abnorme Metaphase und Metakinese ohne achromatische Fasern ; die Chromosomen sind stark oder sehr stark verkürzt und zeigen die sonst latente Einschnürung.

	C	D	E	F
I	—	—	—	—
II	—	+++++	+++	++
III	—	+++++	+++++	+++
IV	—	+++	+++++	+++++
V	—	+++	+++++	+++++
VI	—	?	+++	++++
VII	—	++	+++	+++
VIII	—	—	++	+++
IX	—	—	—	+++
X	—	—	—	++

TABELLE XX.

Normale Metakinese und Anaphase.

	C	D	E	F
I	++	—	—	—
II	++	—	—	—
III	+++	—	—	—
IV	++	—	—	—
V	++	—	—	—
VI	++	?	—	—
VII	++	—	—	—
VIII	+++	+	—	—
IX	++++	++	—	—
X	+++++	++	—	—

TABELLE XXI.

Abnorme Metakinese und Anaphase mit achromatischen Fasern.

	C	D	E	F
I	+	++	+	++
II	++	—	—	—
III	++	—	—	—
IV	+	—	—	—
V	—	—	—	—
VI	—	?	—	—
VII	—	++	—	—
VIII	—	+++	++	—
IX	—	++	+++	—
X	—	+++	+++	+++

TABELLE XXII.

Normale Telophase.

	C	D	E	F
I	+++	++	++	++
II	+	—	—	—
III	++++	—	—	—
IV	+++	—	—	—
V	++	—	—	—
VI	++	?	—	—
VII	+++	—	—	—
VIII	+++	++	+	—
IX	+++	+++	++	—
X	++++	+++	+++	++

TABELLE XXIII.

Abnorme Telophase.

	C	D	E	F
I	+	++	+++	+++
II	—	+	++	++
III	—	—	—	—
IV	—	—	—	—
V	—	—	—	—
VI	—	?	—	—
VII	—	—	—	—
VIII	—	+	++	—
XI	—	+	++	—
X	—	+	++	++

TABELLE XXIV.

Ein-oder mehrgruppige Rekonstruktion.

	C	D	E	F
I	—	—	+	+
II	—	++	++++	+
III	—	++	+++	++
IV	—	++++	++	+
V	—	++++	+++++	+++++
VI	—	?	++++	++++
VII	—	++	+++	++
VII	—	+	+++	++
IX	—	—	+	++
X	—	—	+	++

TABELLE XXV.

Zwei-oder mehrkernige und hyper-oder hypochromosomige Zellen.

	C	D	E	F
I	—	—	—	—
II	—	++	++	—
III	+	++	++	+++
IV	—	++	+++	+++
V	—	++	++++	+++
VI	—	?	++++	+++
VII	—	++	++++	++++
VIII	—	++	++++	+++
IX	—	++	+++	+++
X	—	+++	+++	+++

Aus den Tabellen XIV und besonders II kann man ersehen, daß die finalspirematischen Kerne, die die abnorm oder normal verdickten Knäuel enthalten, einige Stunden nach der Chloralisierung an Zahl ein Maximum, darauf ein Minimum besitzen, und dann bei der Wiederherstellung des Teilungsmechanismus allmählich wieder normal zunehmen. Die Anzahl der finalspirematischen Kerne mit abnorm verdickten Knäueln ist um so größer und erreicht um so früher ihren Maximalpunkt, je länger die Wirkung dauert oder je stärker die Intensität ist. Bald nach der Chloralisierung wird der Auflösungsvorgang der Kernmembran gehemmt oder verzögert. Die schon ins Spiremstadium eingetretenen Knäuel fahren fort sich zu verdicken, was oft über das normale Maß hinaus geschieht, damit die fertigen Chromosomen von ihnen ausgebildet werden, während die ruhenden Kerne gezwungen sind, ihren jeweiligen Zustand beizubehalten. Nach einigen Stunden fällt die äußere Beeinflussung weg, und erst dann verschwindet die Kernmembran. In diesen Verhältnissen fangen jene finalspirematischen Kerne, die die Nachfolger verloren haben, an, an Zahl abzunehmen, bis ihre Anzahl den Minimalpunkt erreicht.

Andererseits ist der Kern nach der Beseitigung des Chloralhydrates aus der Ruhe aufgewacht und tritt ins Spiremstadium ein. Daher wird die Anzahl jener finalspirematischen Kerne hier steigen, um das normale Verhältnis wiederzuerreichen. Von diesem Stadium an verdicken sich die finalspirematischen Knäuel nur normal. Graphisch ausgedrückt kann man sagen, daß die Zahl dieser finalspirematischen Kerne anfangs steil steigt, dann sinkt und schließlich wieder normal steigt.

Aus den Tabellen III, VIII, XV und XX kann man klar sehen, daß, je stärker oder je länger die Chloralisierung einwirkt, desto seltener die normale Metaphase, Metakinese, Anaphase und Telophase eintritt, und daß bei kürzerer Wirkungsdauer ihre Anzahl anfangs sinkt und später steigt, um endlich normale Verhältnisse wiederzuerreichen. An ihrer Stelle walten immer gestörte Zustände ob. Bei längerer Wirkungsdauer oder stärkerer Intensität vermag die normale Metaphase, Metakinese, Anaphase und Telophase nicht zum Vorschein zu kommen.

Der Grad der Verkürzung und Verdickung der Chromosomen, das Auftreten der sonst latenten Einschnürung begleitend, steht im Verhältnis zur Intensität oder Wirkungsdauer der äußeren Angriffe. Die solcherweise modifizierten Chromosomen bleiben um so länger vorhanden, je stärker die Intensität oder je länger die Wirkungsdauer ist (Tabelle VII und XIX).

Die Anzahl der ein-oder mehrgruppigen Rekonstruktionen, der zwei-oder mehrkernigen Zellen und der hyper-oder hypochromosomigen Kerne schwankt im Verlaufe der Reaktion, sie steigt nämlich anfangs, dann sinkt sie, hierauf steigt sie nochmals, um schließlich wieder zu sinken (Tabelle XII und XIII). Dies weist darauf hin, daß anfangs aus den mit den Chromosomenschleifen verbundenen Tochterchromosomenhaufen oder aus dem durch direkte Einwirkung der Chloralisierung zusammengedrängten Chromosomenhaufen die Kerne sich eingruppig rekonstruieren, und wegen der Unmöglichkeit der Scheidewandbildung zweikernige Zellen bilden, worauf eine Weile darnach die ein-oder mehrgruppige Rekonstruktion aus den unregelmäßig zerstreuten Chromosomen stattfindet.

Aus den Tabellen V, VII, XVII und XIX geht hervor, daß die abnorme Metaphase und Metakinese bei Anwendung schwächerer Konzentration oder bei kürzerer Wirkungsdauer an Gesamtzahl wenig, aber in einem Stadium auf einmal in großer Anzahl auftreten, und daß je stärker die Intensität oder je länger die Wirkungsdauer ist, auch die Gesamtzahl um so größer und ferner das Auftreten dieser Figuren um so anhaltender und die Unterschiede in jedem Stadium um so kleiner sind. D. h. die Hemmungswirkung ist um so stärker und ihre Nachwirkung dauert um so länger, je stärker die Intensität oder je länger die Wirkungsdauer ist. Da die abnorme Metaphase und Metakinese durch das Verschwinden der Membran der finalspirematischen Kerne und den Eintritt der bisher gehemmten Auflösung der durch Chloralisierung zusammengeballten Chromosomenhaufen zum Vorschein kommen, wenn die schwächere Intensität wirkt oder die Einwirkung kürzer dauert, so wird die Hemmungswirkung bald beseitigt, und es treten die abnorme Metaphase und Metakinese mit verkürzten, die sonst latente Einschnürung zeigenden Chromosomen in einem Stadium auf einmal in großer Anzahl auf, während bei der stärkeren Intensität und längern Wirkungsdauer sie in jedem Stadium ausgeglichen erscheinen und länger andauern.

Versuch XXVII.

Dieser Versuch wurde angestellt, um zu prüfen, in welcher Weise die hervorgerufenen Teilungsabnormitäten unter verschiedenen Bedingungen reagieren. Zu diesem Zwecke habe ich die mit 0.5%iger Lösung chloralisierten Wurzelspitzen von *Vicia Faba* in Brunnenwasser von 16°C $\frac{1}{2}$ Stunde lang ausgewaschen, sodann in künstlich reguliertes Brunnenwasser von 5°–9°C, 15°–20°C und 30°–32°C gelegt. Die Materialien wurden zu bestimmten Zeiten mit Chromosmiumessigsäure fixiert, und die Paraffinschnitte mit Eisenalaunhämatoxylin-Lichtgrün gefärbt.

Vicia Faba Minor.

13. VIII. 1917.

Sägespäne 23°C.

Wasser 16°C.

Chloralhydrat 0.5%.

9 Uhr 15 vorm.—10 Uhr 15 vorm., einstündige Chloralisierung.

10 Uhr 15 vorm.—10 Uhr 45 vorm., einstündiges Auswaschen.

Fixierung mit Chromosmiumessigsäure.

α I. 10 Uhr 15 vorm., sofort.

α II. 10 Uhr 45 vorm., nach 1/2 stündigem Auswaschen.

A. Verweilen in Brunnenwasser von 5°–9°C.

B. Verweilen in Brunnenwasser von 15°–20°C.

C. Verweilen in Brunnenwasser von 30°–32°C.

III. 11 Uhr 15 vorm., nach 1/2 stündigem Auswaschen und einstündigem Verweilen in als Medium gebrauchtem Wasser.

IV. 12 Uhr 15 nachm., nach 1/2 stündigem Auswaschen und 2 stündigem Verweilen in als Medium gebrauchtem Wasser.

V. 1 Uhr 15 nachm., nach 1/3 stündigem Auswaschen und 3 stündigem Verweilen in als Medium gebrauchtem Wasser.

VI. 2 Uhr 15 nachm., nach 1/2 stündigem Auswaschen und 4 stündigem Verweilen in als Medium gebrauchtem Wasser.

VII. 3 Uhr 15 nachm., nach 1/2 stündigem Auswaschen und 5 stündigem Verweilen in als Medium gebrauchtem Wasser.

14. VIII. 9 Uhr 30 vorm., die Wurzeln sind gesund.

Die Methode zur Zählung der Figuren war ganz gleich derjenigen, die im Versuche XXV erwähnt wurde. In den folgenden Tabellen ist die Anzahl der abnormen Teilungsfiguren angegeben.

TABELLE XXVI.

Finalspirem mit verdickten Knäueln.

	α	A	B	C
I	18			
II	68			
III		206	139	108
VI		183	202	34
V		140	118	26
VI		140	93	18
VII		223	60	17
		897	617	203

TABELLE XXVII.

Abnorme Metaphase mit normal langen oder gering verkürzten Chromosomen mit der sonst latenten Einschnürung.

	x	A	B	C
I	122			
II	115			
III		110	30	48
IV		153	11	17
V		104	8	—
VI		65	—	8
VII		40	—	31

TABELLE XXVIII.

Abnorme Metaphase mit stark oder sehr stark verkürzten Chromosomen mit der sonst latenten Einschnürung.

	x	A	B	C
I	—			
II	16			
III		11	24	33
IV		12	88	128
V		22	143	127
VI		32	288	22
VII		157	295	10

TABELLE XXIX.

Direkte Zusammenklumpung der Chromosomen durch Chloralisierung.

	α	A	B	C
I	102			
II	76			
III		183	70	46
IV		208	50	9
V		66	43	4
VI		45	12	—
VII		12	7	—

TABELLE XXX.

Chromosomenklumpen, den ein hyaliner Hof umgibt.

	α	A	B	C
I	—			
II	—			
III		16	34	42
IV		6	42	9
V		5	51	2
VI		23	40	—
VII		30	17	—

TABELLE XXXI.

Abnorme Metakinese und Anaphase.

	α	A	B	C
I	—			
II	—			
III		—	—	—
IV		—	—	—
V		—	—	29
VI		—	—	46
VII		—	58	25

Aus den obigen Tabellen kann man im großen und ganzen schließen, daß die niedere Temperatur der Wiederherstellung der normalen Teilungstätigkeiten ungünstig ist, während die höhere Temperatur sie beschleunigt. Mit anderen Worten, es halten die einmal hervorgerufenen Abnormitäten bei niedriger Temperatur lange stand, während bei der höheren die abnormen Teilungsprozesse das Streben zeigen, möglichst schnell zur Ruhe zu kommen, damit die normale Teilung möglichst schnell wieder stattfinden könne. Dies kann man z. B. in der Tabelle XXVI sehen. Die Gesamtzahl der finalspirematischen Kerne mit abnorm verdickten Knäueln ist am größten bei den Wurzeln der Gruppe A (897), mittelmäßig bei der Gruppe B (617) und am kleinsten bei der Gruppe c (203). Außerdem ist auch ersichtlich, daß bei der Gruppe A man noch kein Anzeichen für die Abnahme der finalspirematischen Kerne bemerken kann, während bei den Gruppe B und C dies deutlich bemerkbar ist.

Die abnormen metaphasischen Figuren mit normal langen oder gering verkürzten Chromosomen (Tabelle XXVII) kommen bei der Gruppe A vom Stadium III bis VII in großer Anzahl zum Vorschein. Bei der Gruppe B werden sie im Stadium VI nicht mehr angetroffen. Obwohl sie bei der Gruppe C einmal im Stadium V fehlen, so treten sie in den Stadien VI und VII wieder auf. Die abnormen Metaphasen in diesen letztern zwei Fällen deuten nicht die durch die Chloralisierung direkt beeinflussten Teilungsvorgänge an, sondern die von Neuem stattfindenden Teilungen, auf welche die Nachwirkung sich erstreckt.

Aus der Tabelle XXVIII ist es ersichtlich, daß die Anzahl der abnormen metaphasischen Figuren mit stark oder sehr stark verkürzten Chromosomen bei der Gruppe A langsam steigt, bei der Gruppe B geschieht dies weit schneller, während bei der Gruppe C ein anfängliches Ansteigen zu bemerken ist, worauf eine Abnahme eintritt. Da die Hemmungswirkungen der Chloralisierung, wie schon erwähnt, bei niedrigerer Temperatur längere Zeit andauern, während sie bei höherer Temperatur schnell beseitigt werden, so

1) Diese Temperatur ist den meristematischen Zellen nicht schädlich.

ist es am wahrscheinlichsten, daß das Maximum bei der Gruppe A in der Tabelle XXVIII am spätesten und bei der Gruppe C am frühesten eintritt. Die Anzahl 157, die die Gruppe A im Stadium VII aufweist, zeigt die Tendenz, in den folgenden Stadien noch zuzunehmen. Die Anzahl 295 der Gruppe B im Stadium VII ist vielleicht maximal, worauf sinkende Tendenz eintritt. Bei der Gruppe C kommt das Maximum (128) schon früh im Stadium IV, und darauf sinkt die Zahl dieser Abnormitäten fortwährend, was zeigt, daß die Wiederherstellung der normalen Teilungstätigkeiten am frühesten stattfindet.

Ähnliche Verhältnisse sind auch in der Tabelle XXX zu bemerken.

Die direkte Zusammenklumpung der Chromosomen (Tabelle XXIX), die am Anfang der Chloralisierung stattfindet, verschwindet schnell bei der Gruppe C, mäßig schnell bei der Gruppe B, am längsten dauert dieser Zustand bei der Gruppe A, die auch die größte Anzahl dieser Figuren zeigt.

Die abnorme Metakinese und Anaphase (Tabelle XXXI), die am Anfang der Chloralisierung bei keiner Gruppe und in keinem Stadium beobachtet werden können, kommen im Stadium VII der Gruppe B und in den Stadien V, VI und MII der Gruppe C zum Vorschein, bei der Gruppe A sind sie in keinem Stadium nachweisbar. Sie finden selbstverständlich weiterhin statt und werden durch die Nachwirkung etwas gestört.

13. Formen-und Größenveränderungen der Chromosomen durch äußere Einflüsse.

Die merkwürdigste Tatsache, die in den vorliegenden Versuchen festgestellt worden ist, sind die Formen-und Größenveränderungen der Chromosomen durch äußere Einflüsse. Als die auffälligsten dieser Modifikationen möchte ich sowohl übermäßige Verkürzung und Verdickung als auch das Auftreten der sonst latenten Einschnürung nennen. Diese Erscheinungen finden in allen unseren Versuchen mit verschiedenen Reizmitteln statt, und

ihr Zusammenwirken ruft bei einigen Pflanzen z. B. *Pisum sativum*, *Zea Mays* u. a. schöne Tetradenformen hervor. Daß die finalspirematischen Knäuel unter abnormen Bedingungen über das normale Maß sich zu verkürzen und zu verdicken vermögen, während die Kernmembran fortwährend intakt bleibt, hat LUNDEGÅRDH (1914a, S. 168–169) festgestellt, und auch ich habe das schon erwähnt. Da die abnormen Formen und Größen der metaphasischen Chromosomen, wie LUNDEGÅRDH (1914a, S. 175) angedeutet hat, ihren Ursprung oft im Spiremstadium haben, so ist es selbstverständlich nötig, auch auf die übermäßige Verkürzung und Verdickung der finalspirematischen Knäuel aufmerksam zu machen.

Es erhebt sich dann die Frage, ob diese Formenmodifikation der finalspirematischen und der in der Metaphase beeinflussten Chromosomen der trotz den abnormen Bedingungen fortgesetzten normalen Tätigkeit der Chromosomen, oder ihrer Reaktion auf die ungünstigen Einwirkungen zuzuschreiben ist. Obwohl es natürlich sehr schwer ist, diese Frage zu entscheiden, so neige ich wenigstens bei den in der Metaphase beeinflussten Chromosomen der Annahme einer Reaktionswirkung zu. Hier sei bemerkt, daß in den sofort nach äußerst kurzer Funkelung fixierten Wurzeln die übermäßige Verkürzung und Verdickung der metaphasischen Chromosomen stattfindet und dabei deren sonst latente Einschnürung sichtbar wird. In diesem Falle bleibt den Chromosomen nur wenig Zeit, die Verkürzung und Verdickung auszuführen.

Andererseits fangen die jüngeren metaphasischen Chromosomen, die durch Chloralisierung beeinflusst werden, nach einiger Zeit an, sich zu verkürzen und die sonst latente Einschnürung zu zeigen, während die älteren bald in Kernrekonstruktion fallen, ohne eine solche Veränderung zu erfahren.

Diese Tatsachen zeigen wahrscheinlich, daß die durch äußere Einflüsse direkt angegriffenen metaphasischen Chromosomen nicht im stande sind, ihre normale Tendenz, sich zu verkürzen und zu verdicken, über das normale Maß fortzuführen, sondern daß sie auf die abnormen Bedingungen reagieren und sich modifizieren.

Es ist also nicht unmöglich, dieselbe Erscheinung auch im finalspirematischen Kerne in gleicher Weise aufzufassen. NÉMEC

(1910, S. 265–266) hat die Chromosomenform von *Allium* durch Behandlung mit Benzindämpfen verändert, und dies etwas mechanisch erklärt. Nach ihm sind die Chromosomen gewöhnlich gelatinös und es müssen im Protoplasma dauernd Kräfte tätig sein, die die Chromosomen am Übergang zur kugeligen Form verhindern. Wenn die Chromosomen aber durch äußere Umstände beeinflusst werden, sind die Lebenserscheinungen des Protoplasmas überhaupt herabgesetzt, und sie vermögen nicht mehr den Übergang der Chromosomen zur kugeligen Form hintanzuhalten. Meine Annahme steht sehr nahe der seinigen.

Jedenfalls ist nicht zu übersehen, daß die maximale Verkürzung und Verdickung, sowie das Auftreten der sonst latenten Einschnürung, wie auch andere Abnormitäten, nicht immer sogleich nach der Beeinflussung stattfinden, sondern daß ihr Auftreten selbst nach dem Wegschaffen der äußeren Faktoren meistens einen gewissen Zeitraum¹⁾ erfordert. Die Zeiträume sind verschieden lang je nach den Eigenschaften der äußeren Reizmittel, nur bei der Funkelung erfordert das Auftreten der Formenmodifikation der Chromosomen fast keinen solchen Zeitraum.

Wenn die äußeren Faktoren stark einwirken, so klumpen die metaphasischen Chromosomen zu einem Haufen zusammen, den ein heller Hof umgibt. Bald nach dem Aufhören der äußeren Angriffe fängt dieser Chromosomenhaufen an sich aufzulösen, und es zerstreuen sich die verkürzten und die sonst die latente Einschnürung zeigenden Chromosomen unregelmäßig im Cytoplasma. Da auch hier man keine achromatischen Fasern konstatieren kann, scheint es mir, daß der hyaline Hof, von dem der Chromosomenhaufen umgeben ist, stets mit der totalen Desorganisation der achromatischen Fasern etwas zu tun hat.

Falls die äußeren Reize nicht so stark einwirken, und die achromatischen Fasern mehr oder weniger überbleiben, so tritt dieser hyaline Hof meistens nicht auf; die modifizierten Chromosomen ordnen sich dann auf der Kernplatte regelmäßig und gestat-

1) Es bedarf noch weiterer Untersuchungen um zu entscheiden, ob hier die Fachausdrücke „Perzeptionszeit“ und „Latenzzeit“ gebraucht werden können.

ten in der Polansicht leicht ihre Zählung.¹⁾ Auch in der Metaphase, die lange nach der Beeinflussung stattfindet, und wo die Nachwirkung noch mehr oder weniger stark andauert, ist dies ersichtlich.

IV. Chloralisierung der sporogenen Zellen.

Daß unter den naheverwandten Arten die x-ploide Beziehung der Chromosomenzahl vorkommt, ist von vielen Autoren nachgewiesen worden. Auch liegt es mir völlig fern, die innigen Beziehungen zu leugnen, in denen diese Tatsache zu den Fragen der Mutation, Parthenogenese, Sterilität usw. steht. Wenn einmal die künstliche Erschaffung fruchtbarer Organismen mit veränderter Chromosomenzahl erfolgreich versucht würde, so dürfte dies zur Aufklärung der wahren Ursachen der Mutation gute Dienste leisten.

Bei meinen Versuchen wurde mir von Prof. FUJII vorgeschlagen, auch solche mit andern als vegetativen Zellen vorzunehmen, um durch die Chloralisierung der sporogenen Zellen der annuellen Angiospermen Sporen und weiter Sporophyten mit doppelter Chromosomenzahl zu erzeugen.

NĚMEC (1910, S. 192–223) hat eine Untersuchung über den Einfluß des Chloroformierens auf die Pollenbildung bei *Larix decidua* ausgeführt und äußerst wertvolle Tatsachen, nämlich unregelmäßige Chromosomenverteilung, Ausbleiben der Scheidewandbildung, Entstehen von Riesenpollenkörnern usw., konstatiert. Aber es kann nicht meine Aufgabe sein, die Einzelheiten dieser Resultate mit den meinigen hier zu vergleichen.

Als Versuchsmaterialien wurden die Pollenmutterzellen von *Vicia Faba* gebraucht, weil bei dieser Pflanze die Abnormitäten der Kernteilung bei den vegetativen Zellen schon beobachtet worden sind. Der Stengel wurde abgeschnitten, und die jungen Blütenknospen, in denen die Reduktionsteilung der Pollenmutterzellen vor sich zu gehen scheint, am oberen Teile derart dekapiert, daß die Chloralhydratlösung leicht die Antheren erreichen

1) Es ist zu beachten, daß die Vierergruppen in der Polansicht weder Tetraden noch Diadenform zeigen. Sie zeigen sich schwach eingeschnürt. Dies kann man bei *Pisum sativum* sehen (Textfig. 14).

konnte, ohne daß letztere aber verletzt worden wären. Die so behandelten Blütenknospen wurden in 0.75–0.001%ige Chloralhydratlösung getaucht, nach 10 Minuten bis einer Stunde herausgenommen, eine Stunde lang in Leitungswasser ausgewaschen, wieder in die mit Wasser gefüllte Vase gesteckt und nach 24–72 Stunden fixiert. Zur Fixierung wurde Chromosmiumessigsäure gebraucht, die Färbung geschah mit Eisenalaunhämatoxylin. Nebenbei habe ich die chloralisierten Antheren herausgenommen, sie auf dem Objektträger in Tropfen von Methylgrün-Essigsäure gelegt und die Abnormitäten beobachtet.

In erster Linie möchte ich hervorheben, daß die Gonotokonten gegen Narkotika empfindlicher sind als die somatischen Zellen. SCHILLER (1909, S. 577) hat dies auch bei den Versuchen mit *Cyclops* bemerkt. Während die somatischen Zellen von *Vicia Faba* auch nach einstündigem Verweilen in 1%iger Chloralhydratlösung die normalen Lebenserscheinungen wiedererlangen, um weiter gesund zu wachsen, gehen in unserem Falle einige der Gonotokonten unter Umständen schon nach 10 Minuten langem Verweilen in 0.0025% iger Lösung zugrunde.¹⁾

In der Prophase werden mehrkernige Zellen getroffen (Fig. 142, 143 und 144); diese Mehrkernigkeit rührt daher, daß bei der Chloralisierung der prophasische Kern durch die abnorme Veränderung seines relativen Druckes knospte. In einem extremen Falle entstanden dadurch fünf Kerne, deren Verhältnisse etwas an das synaptische Stadium erinnern. KUSCHAKEWITSCH (1913, S. 256, Fig. 68 und 70) hat in der Wachstumsperiode der Entwicklung der atypischen Spermien von *Conus mediterraneus* Zerfall der Kerne konstatiert. TISCHLER (1908, S. 91, Fig. 87) und JUEL (1900, S. 641, Fig. 8 und 9) haben auch in einigen wenigen Gonotokonten der *Syringa*-hybriden eine Durchschnürung der prophasischen Kerne beobachtet. Ob diese Zellen in meinem Falle in heterotypische Kernteilung eintreten können, mag dahingestellt bleiben. Nebenbei wurden Figuren, wie sie viele englische Autoren und Autorinnen mitgeteilt haben und die von

1) Siehe auch TISCHLER (1908, S. 114).

GATES als „Cytomyxis“ bezeichnet wurden, viel häufiger beobachtet als bei den nicht chloralisierten Zellen (Fig. 144). Diese Erscheinung des Übertretens der Kernsubstanzen in die Nachbarzelle ist ein spezifischer Fall der eben erwähnten Knospung des Kernes oder durch die ungünstige Fixierung entstanden. Daher wäre es nicht richtig, ihr irgend eine ökologische Bedeutung zuzuschreiben. Sie ist nicht als eine normale Erscheinung, sondern als eine aitiogene, abnorme anzusprechen.

In der Prophase bemerkt man oft, daß der Kern achromatische Substanzen ausstrahlt (Fig. 145). Hier möchte ich aber diese Erscheinung nicht näher erörtern.

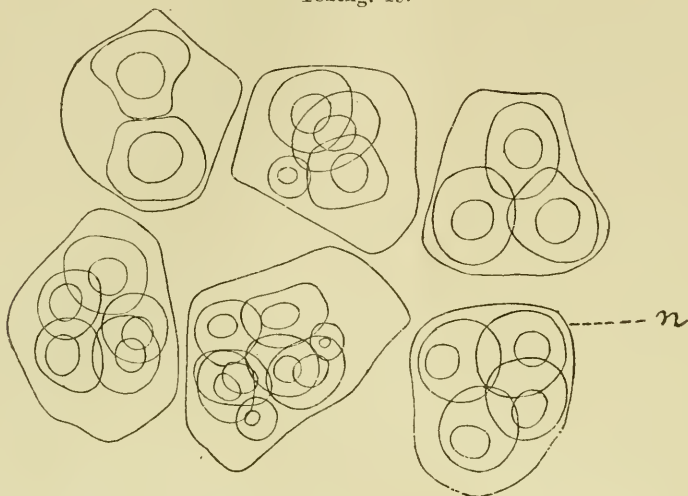
In der heterotypischen Metaphase werden einige Anomalien gefunden; Chromosomenbrücke, tripolare Teilung, Isolierung einiger Chromosomen, Verschwinden der achromatischen Fasern, Zerstreuung der Chromosomen usw. (Fig. 148 und 149). Es scheinen mir die hier rekonstruierten Kerne sich weiter zur homöotypischen Teilung anzuschicken, wenn sie nicht allzu hypochromosomig sind. Obwohl in einigen Zellen die eingruppige Rekonstruktion vorkommt, so können diese dadurch gebildeten Kerne nicht weiter leben, da häufig Nekrose und pathologische Vakuolisierung des Cytoplasmas stattfindet (Fig. 146 und 147).

Die Abnormitäten in der homöotypischen Teilung sind komplizierter als in der heterotypischen, da hier unter normalen Bedingungen die Kernteilung von der Scheidewandbildung begleitet ist. Die verschiedenen Abnormitäten, welche in den chloralisierten Wurzelzellen gefunden wurden, treten auch hier auf. Die Verletzung der achromatischen Fasern, multipolare oder asymmetrische Teilung, Isolierung einiger Chromosomen, eingruppige Rekonstruktion¹⁾ und Ausbleiben der Scheidewandbildung werden häufig getroffen, wodurch zahlreiche ungleich große hyper- und hypochromosomige Kerne entstehen (Fig. 150, 151 und 155). Außer diesen werden häufiger ein diploider oder zwei haploide

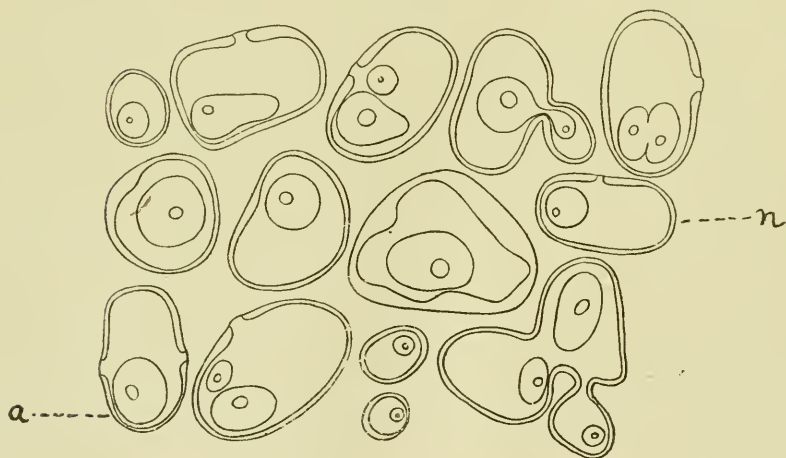
1) Hier kommen auch amitosenähnliche Bilder (Fig. 157) zum Vorschein, aber sie müssen nicht als Amitose aufgefaßt werden, wie früher an den betreffenden Stellen erklärt wurde. Dies gilt auch für dieselben Bilder, die in der meiotischen Teilung der Pollenmutterzellen der parthenogenetischen oder sterilen hybriden Pflanzen auftreten. Vgl. JUEL (1900, S. 642 und 648), TISCHLER (1908, S. 93-96) und SHIBATA und MIYAKE (1908, S. 142).

Kerne aus den zwei Teilungsfiguren in einer Tochterzelle rekonstruiert (Fig. 152–158). Aus solchen Zellen werden junge Pollenkörner erzeugt, die verschiedenartig geformt sind und einen entweder unregelmäßig oder normal gestalteten großen oder zwei solcher Kerne enthalten (Fig. 160–165, Textfig. 19 und 20).

Textfig. 19.



Textfig. 20.



Textfig. 19. Aus den Pollenmutterzellen von *Vicia Faba*, die $\frac{1}{2}$ Stunde lang mit 0.2% iger Lösung chloralisiert und nach 80 Stunden in Essigmethylgrün eingebettet wurden. Durch abnorme homöotypische Kernteilung erzeugte ungleich grosse Zellen, die Tetraden entsprechen ($D D \times 4$). In einer Mutterzelle 2–8 Zellen erzeugt. n, normal.

Textfig. 20. Aus den Pollenmutterzellen von *Vicia Faba*, die 10 Minuten lang mit 0.01% iger Lösung chloralisiert und nach 120 Stunden in Essigmethylgrün eingebettet wurden. Abnorm geformte hyper- und hypochromosomige junge Pollenkörner ($D D \times 4$). n, normal, a, normal geformt, aber hyperchromosomig.

Nicht selten sind aber auch hypochromosomige Pollenkörner vorhanden. In den meisten von diesen Pollenkörnern erscheint das Cytoplasma ganz gesund, und seine Membran wird immer dicker differenziert. Bei meinen bisherigen Experimenten gelang es mir aber nur bis zu diesem Punkt, Pollenkörner mit abweichender Chromosomenzahl künstlich zu schaffen, da das weitere gesunde Wachsen der Blütenknospen eingestellt wird und die Antheren endlich leider verderben. Ob dies auf den Ernährungsmangel oder auf die ungenügende Wiederherstellung der Plasmataktivität zurückzuführen sei, wird erst nach weiteren Untersuchungen entschieden werden können. Ich neige jedoch zur letzteren Auffassung.

Obwohl es mir mißlang, taugliche reife Pollenkörner mit abweichender Chromosomenzahl künstlich zu erschaffen, so sind die durch die Chloralisierung hervorgerufenen Teilungsabnormalitäten sehr lehrreich für die Sterilitätserscheinungen. Diese Anomalien sind sehr ähnlich jenen, die von vielen Autoren bei der Bildung der sterilen Pollenkörner gefunden wurden.

Die bisher bekannten Möglichkeiten, denen wenigstens im Pflanzenreiche die Sterilität der Pollenkörner oder Embryosäcke zugeschrieben wird, sind die folgenden :¹⁾

1. Hybridität.
2. Einfluß des Klimas.
3. Lange oder sorgsame Kultur.
4. Mutation.
5. Parthenogenese.

In diesen Fällen finden meistens die Abnormalitäten der meiotischen Teilung, besonders der männlichen Gonotokonten, statt²⁾ und es entstehen abnorm große oder kleine untaugliche Pollenkörner, wie bei meinem Versuche.

Es ist schon von einigen Autoren widerlegt und als unwahrscheinlich dargestellt worden, daß die Ursache der Sterilität der Pollenkörner der Hybriden in dem Fehlen der Affinität der

1) In OSAWAS Arbeit (1912, S. 104-106) ist dies ausführlich geschildert.

2) Daneben findet sich bisweilen Abortion der normal gebildeten Tetraden.

elterlichen Chromosomen liegt. TISCHLER (1908) erwähnt in der Zusammenfassung seines Aufsatzes „Zellstudien an den sterilen Bastardpflanzen,“ daß „die Unregelmäßigkeiten bei der Tetradenteilung nicht als Charakterismus der Bastardnatur betrachtet werden dürfen“ (S. 144, Résumé 1), und daß „durch Modifikation der äußeren Lebensbedingungen es bis zu einem gewissen Grade gelingt, die Sexualzellen der Nichtthybriden genau so zu beeinflussen, wie die innere Ursache der Bastardnatur es bei den Hybriden tut“ (S. 140, Résumé 6). Gestützt auf meine Experimente mit somatischen Zellen sowie mit Gonotokonten kann ich die Ansicht teilen, daß die Abnormitäten der meiotischen Teilung, die mit der Erzeugung der abortiven abnorm großen oder kleinen Pollenkörner viel zu tun haben, nicht den Eigentümlichkeiten der Chromosomen, sondern abnormen äußeren Bedingungen oder abnormen extranuklearen Protoplasmatätigkeiten¹⁾ zuzuschreiben sind.

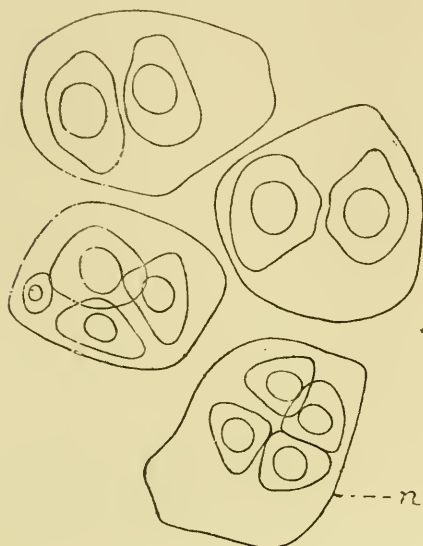
Daß die sexuellen Organe und Zellen am empfindlichsten sind und durch Klima-oder Kulturbedingungen leicht beeinflusst werden, ist seit CH. DARWINS Untersuchungen bekannt,²⁾ und nachher auch wiederholt durch zahlreiche Autoren bestätigt worden. Es ist recht wahrscheinlich, daß durch äußere Faktoren die Tätigkeit des extranuklearen Protoplasmas sistiert wird und dann die Unregelmäßigkeiten der Kern-und Zellteilung hervorgerufen werden. Den Einfluß der natürlichen äußeren Faktoren auf die meiotische Teilung habe ich auch festgestellt. Im Januar und Februar des Jahres 1916 hatten wir in Tokyo Nachtfröste und der Schnee bedeckte die Versuchspflanzen (*Vicia Faba*). Damals schon schickten sich die Pollenmutterzellen zur Reduktionsteilung an, ferner waren auch die Tetraden schon ausgebildet. Bisweilen kamen aber abnorme junge Pollenkörner in denselben Antheren zum Vorschein, die einen bis vier Kerne besaßen und hyper-oder

1) Die Tätigkeiten des Protoplasmas, die bei den Teilungsmechnismen die Hauptrolle spielen. Dieser Ausdruck ist auch an anderen Orten im gleichen Sinne gebraucht.

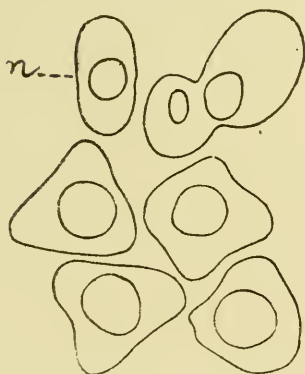
2) Zit. nach DE VRIES (1903), Mutationstheorie Bd. II, S. 58.

hypochromosomig waren (Textfig. 21. 22). In den älteren Antheren gab es, obwohl selten, Riesenpollenkörner, die je eine große spindelförmige generative Zelle besaßen (Textfig. 23).

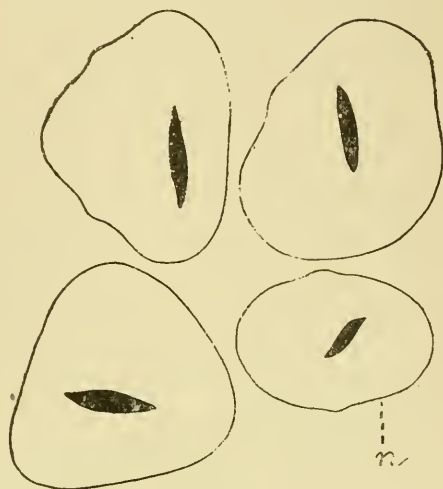
Textfig. 21.



Textfig. 22.



Textfig. 23.



Textfig. 21. Hyper- und hypochromosomigen Tetraden entsprechende Zellen, die in der Natur erzeugt wurden ($DD \times 4$). Am 22. II. 1916 von Schneefall betroffen und am 24. II. in Essigmethylgrün eingebettet und beobachtet. n, normal.

Textfig. 22. Junge hyperchromosomige Pollenkörner ($DD \times 4$). Am 22. II. 1916 von Schneefall betroffen und am 26. II. in Essigmethylgrün eingebettet und beobachtet. n, normal.

Textfig. 23. Reife hyperchromosomige Pollenkörner ($DD \times 4$). Am 22. II. 1916 von Schneefall betroffen und am 3. III. in absolutem Alkohol eingebettet und beobachtet. n, normal.

Auch im hiesigen Laboratorium habe ich in den Antheren einer Küchenzwiebel (*Allium Cepa*), die am Stengel abgeschnitten und etwa 6 Tage lang in einer mit Brunnenwasser gefüllten Vase gelassen worden war, derartige Anomalien bemerkt. Sie sind natürlich durch abnorme homöotypische Kernteilung entstanden,

und dies mußte auch durch Modifikation der äußeren Lebensbedingungen (z. B. niedere Temperatur, Ernährungsmangel usw.) verursacht worden sein, weil es nicht wahrscheinlich ist, daß in diesen Versuchspflanzen solche Unregelmäßigkeiten für gewöhnlich vor sich gehen. Außerdem habe ich in einem Präparate der nicht behandelten Antheren von *Vicia Faba* abnorme homöotypische Teilungen beobachtet (Fig. 166).

Auch bei den hybriden, mutierenden und parthenogenetischen Pflanzen ist die Ungewöhnlichkeit der extranuklearen Protoplasmatätigkeit oder die nicht allzu große Hemmungswirkung der äußeren Faktoren, besonders der Wärme oder des osmotischen Druckes anzunehmen, aber nicht die Eigentümlichkeiten der Chromosomen, da die meisten Teilungsmechanismen sowohl der Gonotokonten als auch der somatischen Zellen hauptsächlich durch die Tätigkeiten des extranuklearen Protoplasmas ausgeführt werden.

Selbst die Abortion der jungen Pollenkörner nach der normal vor sich gegangenen Tetradenbildung bei den hybriden Pflanzen wäre dieser Plasmaschwäche zuzuschreiben.

V. Allgemeine Besprechung der Form, Grösse, Zahl und Individualität der Chromosomen.

Daß es bei den verschiedenen Pflanzen und Tieren in jeder Zelle ungleich große Chromosomen gibt, wobei diese relative Grösse bei einer Spezies konstant ist, ist heute eine unangezweifelte Tatsache. Da es nicht meine Aufgabe sein konnte, alle Daten bezüglich der Form und Grösse der Chromosomen aus der Riesensammlung zusammenzusuchen, so möchte ich hier nur auf das umfangreiche Sammelreferat verweisen, das TISCHLER (1916) kürzlich veröffentlicht hat.

Während die Beispiele des konstanten Größenunterschiedes der Chromosomen immer vermehrt werden, sind die Studien über ihre Form weniger zahlreich. Der Begriff der Form der Chromosomen ist von vielen Cytologen so undeutlich verstanden worden, daß einige Forscher oft die Grösse auch unter der Kategorie der

Form erörtert haben. Andererseits ist das Verhalten der parallelweise ungenügend verklebten homologen Chromosomen, die in der heterotypischen Kernteilung zeitweilig auftreten, unter „Chromosomenform“ verstanden und erörtert worden. Kann man ein solches Bild als „Form“ eines bestimmten Chromosoms betrachten? Das ist nur ein Gebilde, das zwei homologe Chromosomen in einer unbestimmten Teilungsphase miteinander zufällig darstellen. Dies aber als Form der homologen Chromosomen aufzufassen, ist eine Verquickung der Begriffe. Natürlich ist das Auftreten der morphologischen Eigenschaften der somatischen sowie der meiotischen Chromosomen nichts anderes als eine Reaktion der Fähigkeiten derselben auf die Kräftekonstellationen, die in einer gegebenen Teilungsphase herrschen. Bei Erörterung der Form und Größe der Chromosomen gilt als erste Regel, daß nur gleiche Zellen in einer gegebenen Teilungsphase unter möglichst gleichen Außen- und Innenbedingungen miteinander verglichen werden. Daher können wir verschiedene Formen und Größen der Chromosomen

in den verschiedenen Zellarten,
in den verschiedenen Teilungsphasen und
unter verschiedenen Bedingungen

bekommen. Diese Verhältnisse erinnern wohl an die Modifizierbarkeit der Eigenschaften der Organismen in den verschiedenen Entwicklungsphasen und unter verschiedenen Bedingungen. Unter den heutigen Umständen, wo die Individualität der Chromosomen von den meisten Cytologen so genau festgestellt worden ist,¹⁾ daß alle Chromosomen als individualisierte Elemente betrachtet werden, könnte die Annahme der Modifikation auch für diesen Fall der Chromosomen gelten. LUNDEGÅRDH (1912b) sagt: „Jedenfalls fehlen Angaben über eine durchgehende Form- und Größenkontanz in dem ganzen Individuum“ (S. 438). Wenn das Verhalten unserer M-Chromosomen von *Vicia Faba* aber einmal in Betracht gezogen wird, so muß man sogleich zugeben, daß die morphologischen Eigenschaften derselben als schönstes Beispiel

1) Später an den betreffenden Stellen ausführlicher erörtert.

gegen die von LUNDEGADH geäußerte Meinung genannt werden darf. Natürlich will ich nicht behaupten, daß man eine absolute konstante Form und Größe der Chromosomen in dem ganzen Individuum zu verfolgen vermöchte. Doch haben wir bei den M-Chromosomen die Konstanz der relativen Größe sowie die Einschnürungs- und Insertionsstelle der Zugfasern so sicher kennen gelernt, daß sie den ganzen Lebenskreislauf hindurch immer wieder konstatiert werden können. Als Grund der Kontinuität dieser morphologischen Eigenschaften, besonders der Einschnürung, möchte ich nun die Fähigkeiten nennen, auf verschiedene Bedingungen hin in bestimmter Weise zu reagieren, d. h. Anlagen annehmen, daraus sie sich immer entwickeln. Das Wesen der Anlage selbst ist kontinuierlich und erblich und kann gewöhnlich nicht verändert werden. In dieser Beziehung kommen die erblich fixierte Form und Größe der Chromosomen den Lebenskreislauf hindurch beinahe, obwohl nicht absolut konstant zum Vorschein. Besonders die Einschnürung der Chromosomen kann als sicherste Grundlage zu weiteren Studien über die Chromosomenform dienen, während in den bisherigen Untersuchungen die Aufmerksamkeit nur auf die anaphasische Form oder die unsichere umgebogene Form der metaphasischen Chromosomen gerichtet worden ist. Mit Hilfe der Einschnürung als einem Merkmal der Chromosomen ist es nicht unmöglich, die Kernplatten derselben Gattungen zu unterscheiden, die die gleiche Chromosomenzahl besitzen. Dies ist tatsächlich auch bei *Vicia*-sowie *Muscari*-Arten konstatiert worden. Es ist sehr wichtig, mit Hilfe der Einschnürung einerseits solche naheverwandte Pflanzen und Tiere voneinander unterscheiden und anderseits auch die einzelnen Chromosomen in einer Kernplatte differenzieren zu lernen.

1. Somatische und meiotische Vierergruppen.

Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, daß in der ersten Reifungsteilung der tierischen Objekte oft Vierergruppen, beson-

1) In folgenden Zeilen ist der Name „Vierergruppen“ oder „Tetraden“ im Sinne von „Quertetraden“ gebraucht.

ders Quertetraden,¹⁾ auftreten. Auch in der Diakinese der heterotypischen Kernteilung der pflanzlichen Materialien, *Equisetum* (OSTERHAUT, 1897), *Arisaema* (ATKINSON, 1899), *Pteris* (CALKINS, 1897), *Tricyrtis* (IKEDA, 1902), *Pallavicinia* (A. MOORE, 1905), *Spirogyra* (TRÖNDLE, 1910), *Spinacia* (STOMPS, 1911), *Primula* (DIGBY, 1912), *Lopezia* (TÄCKHOLM, 1914) *Sphagnum* (MELIN, 1915) u. a. wurden diese besonders geformten Gemini gefunden; eingehende Untersuchungen darüber sind aber nicht so zahlreich angestellt worden, wie in der tierischen Meiosis.

Es wäre nicht übertrieben zu sagen daß die wichtigste Reduktionsfrage schließlich diejenige ist, auf welche Weise die Gemini entstehen. Auf die Frage, ob die Bildung der Vierergruppen nur auf die allotypische Teilung beschränkt ist, haben schon viele Autoren ihre Aufmerksamkeit, gerichtet, weil, wenn dies nicht der Fall wäre, eventuell die Möglichkeit der Reduktionsteilung in somatischen Zellen wahrscheinlich würde. In dieser Hinsicht wäre es nicht überflüssig, sondern vielmehr erforderlich, daß diese Frage noch eingehender von verschiedenen Seiten her untersucht würde. Da die im vorhergehenden Paragraphen als ein schönes Beispiel der Chromosomenform bezeichnete Einschnürung auch in diesem Falle eine große Rolle spielt, möchte ich hier die Beziehung zwischen der Einschnürung und den Vierergruppen etwas näher erörtern.

Im Jahre 1905 erschien GRÉGORRES Arbeit über die pflanzliche Sporogenese, in der besonders die pflanzlichen Vierergruppen verhältnismäßig ausführlich erörtert sind. Der Verfasser selbst untersuchte die Gemini bei *Equisetum* und bestritt das Vorhandensein solcher echten Quertetraden, wie OSTERHAUT (1897) sie für diese Pflanze abgebildet hat. Nach GRÉGORRE ist das Auftreten der pflanzlichen Vierergruppen zwei Fällen zuzuschreiben: erstens „les chromosomes manifestent souvent une tendance à se condenser davantage en leurs extrémités. Il arrive alors que ces dernières se colorent plus intensément ou même renflent quelque peu, donnant ainsi à chaque branche, si elle est assez courte, la forme d'un biscuit.“ Zweitens „les deux branches du chromosome sont rarement droites; le plus souvent elles sont

courbées et affectent, lorsqu'elles sont courtes et trapues, une forme de vibrion. Il en résulte que les quatre extrémités chromosomiques, surtout dans les Chromosomes en X,—arrivent à se trouver sur un même plan, différent du celui où gisent les portions médianes. L'aspect „tétrade“ apparaît ainsi nettement à certain niveau de l'installation microscopique“ (S. 231). Dann kommt er zum Schluß, daß es daher keine chromosomische Tetraden im Pflanzenreiche gebe. Über die in tierischen Spermacyten und Oocyten auftretenden Quertetraden (tétrades à fente transversale) hat er hingegen eingehende Erörterungen angestellt. Er hat zwei Typen der Quertetraden, nämlich Stäbchentetraden (tétrades-bâtonnettes) und Kreuztetraden (tétrades-croix), unterschieden (S. 229). Nach der Annahme einer Metasyndese müssen die Querhälften dieser Tetraden homolog und die Längsstriche die Vorbereitung der nächsten Längsspaltung sein (end to end Verschmelzung der längsgespaltenen homologen Chromosomen). Obwohl die Entstehungsweise der Kreuztetraden je nach der Annahme einer Metasyndese oder nach der Annahme einer Parasyndese verschieden sind, so kann die Erklärung der Beziehung zwischen den homologen Chromosomen dieser gebildeten Tetraden je nach den beiden Annahmen ganz gleichdeutig sein.¹⁾ Was die Kreuztetraden betrifft, so wage ich nicht zu behaupten, daß die Einschnürung der Chromosomen mit diesem Gebilde viel zu tun habe, und ich möchte die Erörterung darüber dahingestellt bleiben lassen. Aber es ist sehr bedauerlich, wenn die Einschnürung bei der Diakinese über der Entstehungsweise der Stäbchentetraden ganz vernachlässigt würde, weil es mir scheint, daß die meisten Stäbchentetraden mit der Einschnürung ihrer homologen Chromosomen in enger Beziehung stehen. Wie schon erwähnt, kommt die Einschnürung bei *Vicia Faba* nicht nur in den somatischen, sondern auch in den Pollenmutterzellen vor, und die in der Mitte und am Ende eingeschnürten Gemini dürften als sogen. Hexaden erklärt werden (Fig. 14 und 15). Erst jetzt bemerke ich, daß eine Abbildung, die in meiner früheren Mitteilung über die Kernteilung von *Vicia Cracca* (1914) als Fig. 24b

1) Vgl. GRÉGOIRE (1910, Fig. 53 und 54).

bezeichnet ist und als die verzögerte Quersegmentierung des Doppelknäuels in der Diakinese aufgefaßt wurde, nichts anderes als ein Geminus ist, der fast in seiner Mitte die Einschnürung aufweist. Der auf 24a dargestellte Geminus muß aus zwei am Ende eingeschnürten homologen Chromosomen entstanden sein (Textfig. 2e).¹⁾ Wird meine schon geschilderte Erklärung der Einschnürung der somatischen Chromosomen in Betracht gezogen, so ist es selbstverständlich, daß die Quertetraden aus zwei eingeschnürten homologen Chromosomen durch ihre Parallelkonjugation (nach der Annahme einer Parasyndese) entstanden sind, und daß sie mit der Querteilung des Geminus in der Reduktionsteilung nichts zu tun haben. Das ist auch der Fall bei der Spermatogenese von *Lepidosiren*. Würde angenommen, daß die Stäbchentetraden metasyndesisch entstehen, deren Querhälften einander homolog sind, später in der Metaphase aber wieder sich trennen, so muß man sich fragen, wie denn die folgenden Tatsachen einwandfrei erklärt werden könnten:

1. Das Auftreten der Stäbchentetraden in der somatischen, Spermatogonien- und Oogonienteilung.
2. Das Auftreten der meiotischen Stäbchentetraden, ohne daß die Querteilung in der Metaphase stattfindet.
3. Das Auftreten der meiotischen Oktaden und Hexaden, ohne daß die Querteilung in der Metaphase stattfindet.
4. Das gleichzeitige Auftreten der Tetraden und Diaden in der Diakinese.
5. Die Größenverschiedenheit der Tetradenquerhälften.
6. Das Auftreten der Stäbchentetraden nach der heterotypischen Kernteilung.

Diese Tatsachen werden nicht selten bei manchen Objekten angetroffen; zu ihrer Erklärung sind schon verschiedene Lösungen zur Annahme vorgeschlagen worden; einwandfrei ist dies aber noch nicht geschehen.

Außer den früher erwähnten Chromosomen in somatischen Zellen, Spermatogonien und Oogonien lassen sich noch andere

1) Siehe S. 20.

Beispiele anführen, die auch unter normalen Bedingungen auftreten und den Namen Vierergruppen oder Tetraden verdienen. WOLTERECK (1898) beobachtete Vierergruppen in den Ernährungszellen von *Cyclops*,¹⁾ GIARDINA (1902) in den denselben Elementen von *Dytiscus*,²⁾ JÖRGENSEN (1910) fand in der Oogonienteilung von Syconen die Tetraden, welche aber seiner Ansicht nach „keine Längsteilung erfahren, sondern ihrem angedeuteten Querspalt entsprechend geteilt werden“ (S. 172). Es ist nun klar, daß diese Tetraden in den normalen somatischen Zellen nichts anderes als die kurzen eingeschnürten bereits längsgespaltenen Chromosomen sind. In dieser Richtung müssen in erster Linie die Copepoden als interessante Materialquelle genannt werden. HÄCKER (1900, S. 12) fand in den durch Aether beeinflussten Zellen der Furchungsteilung von *Cyclops brevicornis* die längsgespaltenen, quergeklebten Chromosomen, die den Vierergruppen anderer Objekte entsprechen. Auch SCHILLER (1909, S. 570–571) hat durch Aether und Chloroform und ebenso mechanische Einwirkung 12 Vierergruppen in den sich furchenden Eiern von *Cyclops brevicornis* zum Erscheinen gebracht, die nach seiner Meinung mit einer numerischen Reduktion der Chromosomen direkt nichts zu tun haben. KRIMMEL (1910, S. 789–790) hat auch in den kranken Zellen eines erwachsenen Weibchens von *Diaptomus lucinatus* das zahlreiche Vorkommen der Vierergruppen bemerkt. Diese somatischen Tetraden der Copepoden könnten interessant erörtert werden, wenn man sie mit den meiotischen Tetraden in Verbindung brächte. In einer mir nicht zu Gesicht gekommenen Arbeit DELLA VALLES (1907)³⁾ wurden die Angaben bezüglich der somatischen Vierergruppen ausführlich zusammengestellt. Er selbst hat in den verschiedenen somatischen Zellen der Amphibien das Vorkommen der Tetraden in normaler Anzahl nachgewiesen, und dies als einen pathologischen Zustand der Chromosomen erklärt. In den Leberzellen von *Paludina* hat POPOFF (1908, S. 558–560) bisweilen Tetraden getroffen, deren Zahl in einer Zelle 14 beträgt, was der

1) und 2) Zit. nach GRÉGOIRE (1910, S. 230).

3) Zit. nach POPOFF (1908), NĚMEC (1910) und GRÉGOIRE (1910).

normalen diploiden Zahl entspricht. Er ist, von R. HERTWIGS Depressionshypothese ausgehend, in bezug auf die Tetradenbildung zu denselben Gedanken gekommen wie DELLA VALLA (S. 563). NĚMEC (1904, S. 674 und 715) hat in den chloralisierten Wurzelspitzen von *Pisum sativum* Vierergruppen gefunden, betreffs deren Bedeutung er aber nicht zu einem definitiven Resultate kommen konnte. In seiner die somatische Reduktion ganz eingehend erörternden Arbeit (1910) hatte er häufig Gelegenheit, von den somatischen Tetraden zu sprechen (S. 231, 243–244 und 441–446). Außer in den somatischen Zellen der Keimwurzeln von *Ricinus zanzibariensis* (S. 244–245) hat er auch in den durch äußere Eingriffe beeinflussten Zellen der verschiedenen Pflanzen, nämlich in den verwundeten und chloralisierten Zellen der Wurzelspitzen von *Allium cepa*, *Pisum sativum* und *Vicia Faba* somatische Tetraden bzw. scheinbare Gemini wahrgenommen.

Obwohl die somatischen Vierergruppen von verschiedenen Autoren sowohl in normalen als auch in abnormen Zellen gefunden worden sind, so haben diese Autoren damit noch keine wesentliche Eigenschaft der Chromosomen aufgedeckt, woraus die Tetradenbildung erklärt werden könnte. An diese Beobachtungen reißen sich diejenigen von zwei anderen Autoren, KEMP (1910) auf botanischem, und AGAR (1912) auf zoologischem Gebiete. KEMP hat in den chloralisierten Wurzelzellen von *Pisum sativum*, und AGAR in den normalen Zellen von *Lepidosiren* Vierergruppen beobachtet, und beide haben konstatiert, daß das Auftreten der somatischen Tetraden bei *Pisum* resp. *Lepidosiren* im wesentlichen in der Einschnürung der Chromosomen ihren Grund hat (KEMP, S. 780 und 793–799) (AGAR, S. 293). Wenn AGAR auch der Ansicht ist, daß die Tendenz der Chromosomen sich quer einzuschnüren wahrscheinlich im Tier- und Pflanzenreiche verbreitet ist, so hat er in der Tat diese Einschnürung nur bei diesem von ihm untersuchten Tier gefunden.

Daß in den Zellen der chemisch, physikalisch oder parasitisch beeinflussten Wurzelspitzen von *Pisum sativum*, *Vicia Faba* und *Zea Mays* Vierergruppen beobachtet werden können, wurde bereits in den vorhergehenden Paragraphen ausführlich geschildert.

Zweifellos entstehen sie durch die starke Verkürzung der schon längsgespaltenen Chromosomen, die querweise eingeschnürt sind oder wenigstens die schwer sichtbare Einschnürung in sich versteckt halten; mit der Reduktionsteilung haben sie nichts zu tun. Da die Einschnürung der Chromosomen eine allgemein verbreitete Erscheinung zu sein scheint, wäre es richtig so zu schließen, daß alle Quertetraden in den somatischen Zellen die durch Veränderung der äußeren Bedingungen¹⁾ modifizierten Formen der bereits eingeschnürten oder die Einschnürung als Anlage enthaltenden Chromosomen sind, wenn sie auch in normalen Zellen nicht zum Vorschein kommen, und daß es sich dabei nie um die Querteilung der Chromosomen in der Metaphase und die Zahlenreduktion²⁾ handelt. Wenn die Einschnürung näher am Ende der Chromosomen stattfindet, kommen die Vierergruppen nicht in typischer Form zum Vorschein indem die Querhälften derselben ungleiche Größe annehmen, wie diejenigen in den chloralisierten Wurzelzellen von *Pisum sativum* und in den pathologischen Zellen von *Salamandra*.³⁾ Ja, auch in normalen Verhältnissen dürfen die längsgespaltenen eingeschnürten kurzen Chromosomen als Vierergruppen bezeichnet werden, wie sie in den Nervenzellen von *Lepidosiren* zu beobachten sind.⁴⁾ Demgemäß darf es uns nicht mehr wundern, wenn in den somatischen Zellen Vierergruppen beobachtet werden. Dieser Gedanke, daß die somatischen Tetraden im wesentlichen auf der Einschnürung der Chromosomen beruhen, soll im Folgenden bei der Erörterung über die meiotischen Vierergruppen weiter festgestellt werden.

1) Sie sind im weiteren Sinne gebraucht. Alle Bedingungen, die die Chromosomen umschließen und direkt oder indirekt auf sie einwirken.

2) Meistens werden in den somatischen Zellen sovieler Vierergruppen nachgewiesen als die diploide Zahl beträgt.

3) Siehe DELLA VALLES Abbildungen, die in GRÉGOIRES Arbeit (1905) in Fig. 15 abgedruckt sind.

4) Siehe AGARS Fig. 1, 2 und 3, Taf. 12, 1912.

5) McCLUNG (1905) hat in der Kernplatte der Spermatogonien der verschiedenen Arten von Acrididae eine bivalente Tetrade gefunden, die er als ein „multiple Chromosome“ bezeichnet. Obgleich dieses „multiple chromosome“ stark an die eingeschnürten Chromosomen der anderen Organismen erinnert, so ist sein Wesen doch ganz anders als das der letzteren. Nach McCLUNG entsteht ein „multiple chromosome“ durch übereilige Synapsis der homologen Chromosomen im Spermatogonium, worauf diese Teilstücke der Chromosomen sich in der ersten Spermatocyteinteilung wieder trennen.

Daß die Einschnürung der somatischen Chromosomen auch in den meiotischen Chromosomen auftritt, hat viel Wahrscheinlichkeit für sich. Wenn sie zwar in der Mitte oder in der Nähe des Endes der Chromosomen stattfindet, so weisen sich die Gemini in der heterotypischen Teilung in diesen Fällen als typische Vierergruppen aus, resp. sie besitzen nebenstehend gezeichnete Form **ii**. In der Tat können wir oft erkennen, daß die als Beispiel der somatischen Vierergruppen oder der Einschnürung der Chromosomen weiter oben genannten Objekte auch in ihrer heterotypischen Teilung ähnliche oder leicht modifizierte Gebilde aufweisen; die Einschnürungspunkte müssen natürlich in beiden Fällen einander entsprechen. Z. B. bei *Euschistus crassus* (FOOT und STROBELL, 1912, S. 58 und 1914, S. 492–493), Lepidosiren (AGAR, 1912, S. 290, Fig. 15 B), Menschen (WIEMAN, 1912, S. 465–468, Fig. 3 und 10), (WINIWARTER, 1912, S. 137, Fig. 27 28 und 29), Syconen (JÖRGENSEN, 1910, S. 202), *Zoogonus mirus* (GRÉGOIRE, 1909, Fig. 19, a, b und c), *Chorthippus curtipennis* (ROBERTSON, 1916, S. 210–215, Fig. 178–183) u. a. werden diese Verhältnisse deutlich konstatiert. In dieser Beziehung dürften die Chromosomen der Copepoden als ein interessantes Beispiel genannt werden. Der Reduktionsmodus der heterotypischen Gemini dieser Tiere wurde je nach den Autoren auf verschiedene Weise aufgefaßt.¹⁾ Obwohl früher allgemein die Annahme einer Postreduktion bei diesen Tieren herrschte, so sprechen zurzeit nur wenige Autoren mehr davon. Statt dessen haben LERAT (1902 und 1905) und auch MATSCHECK (1909), ein Schüler HÄCKERS, bei *Cyclops* das heterohomöotypische Schema beschrieben, HÄCKER (1910) selbst hat die Annahme einer Teleutosyndese vorgeschlagen. In bezug auf den Reduktionsmodus, nach dem die Teilungen erfolgen scheint es mir sicher zu sein, daß in der meiotischen Teilung der Copepoden Vierergruppen vorkommen, und daß die Längsteilung bei beiden Reifungsteilungen stattfindet. Wenn man, wie üblich, so großes Gewicht auf die Querkerbe der Gemini

1) Siehe GRÉGOIRE (1910, S. 257–258), RÜCKERT (1893 und 1894), HÄCKER (1895) und vom RATH (1895).

legt, so muß man sich fragen, was denn die Vierergruppen dieser Tiere bei der Reduktionsteilung bedeuten. Nach der Annahme einer Teleutosyndese findet die endgültige Verschmelzung der beiden in der Querkerbe aneinanderstoßenden elterlichen Chromosomen erst im Verlauf der Embryonalentwicklung oder späteren Ontogenese statt und dadurch wird die diploide Zahl hergestellt.¹⁾ Es ist nun sehr fraglich, daß die Annahme einer Teleutosyndese die einzige für die Erklärung der Vierergruppen der Copepoden in Betracht kommende Lösung ist. Heute, wo es wünschenswert ist, das heterohomöotypische Schema sowohl für das Pflanzen-als auch das Tierreich verallgemeinern zu können, wäre noch eine weitere Erklärung dieses Falles nicht überflüssig. Bei *Cyclops* sagt GREGOIRE (1910): „Was auch immer in diesen Fällen die Bedeutung der Querkerbe sein mag, so ist es doch sicher, daß sie nicht eine Vorbereitung der Tochterchromosomen darstellt“ (S. 301–302).²⁾ Gegen die Richtigkeit der Verallgemeinerung der Annahme einer Teleutosyndese sprechen auch die Umstände, daß außer den Tetraden oft Hexaden vorkommen, ferner daß die angenommene Endenverschmelzung der Chromosomenteile den ganzen Lebenskreislauf hindurch nie stattfindet, und daß die Querhälften des Geminus verschieden groß sein können.³⁾ Wenn auch VEJDVSKÝ (1911–1912) nichts von der Einschnürung der Chromosomen erfahren hat, so sagt er doch mit Recht: „Soweit die Reifeteilungen der Cyclopiden bekannt sind, gehen sie in üblicher Weise vor sich und die Querkerbe scheint mir nur ein spezifisches Merkmal der Chromosomen zu sein, ohne in beiden Reifeteilungen überhaupt eine Rolle zu spielen“ (S. 146). Nun möchte ich mit GRÉGOIRE, VEJDVSKÝ und AGAR behaupten, daß es keine Teleutosyndese der beiden homologen Chromosomen geben kann. Mir liegt die Erklärung am nächsten, daß die meiotischen Tetraden bei den Copepoden durch parallele Konjugation der eingeschnürten homologen Chromosomen entstehen, und daß die Reduktion dem heterohomöotypischen Schema entsprechend erfolgt. Auch die Gemini bei *Paludina* können als typische Tetraden aufgefaßt werden.⁴⁾ Schon im pachytenen Kerne hat er

1) HÄCKER (1910, S. 194 und 1912, S. 338)

2) Von mir aus dem Französischen übersetzt.

3) Vgl. die Gemini bei *Vicia Faba* und *Lepidosiren*.

4) POPOFF (1907, Fig. 57 und 58).

das Auftreten einer durch achromatische Substanz überbrückten Unterbrechung bei manchen längsgespaltenen Chromosomen bemerkt: nach ihm handelt es sich dabei nicht um eine zufällige Erscheinung (S. 56). Die erste Teilung dieser Vierergruppen geschieht durch Längsteilung, nämlich eine Äquationsteilung im Sinne WEISMANNS; für die zweite Teilung hat er vermutet, daß die Querteilung an der achromatischen Verbindungsbrücke stattfinde. Daß diese Annahme für die zweite Teilung, die sich nur auf die bis jetzt bekannten Fälle bei anderen Tieren stützt, für die wahrscheinlichste gehalten wird, scheint mir aber zu voreilig. Heutigen Anschauungen nach zu urteilen, möchte ich im Gegensatz zur Ansicht POPOFFS eher diejenige von MEVES teilen, weil dieser Autor in der Tat schon im Jahre 1903 bei den Studien über die Entwicklung der eupyrenen Spermatozoen von *Paludina* sagte, daß auch diese zweite Teilung fast zweifellos nur eine Äquationsteilung sein könne. Auch GRÉGOIRE (1910, S. 302) hat die Querteilung der Tetraden in der zweiten Teilung bei *Paludina* angezweifelt und dabei hinzugefügt, daß die Form der von POPOFF abgebildeten Tetraden wahrscheinlich dadurch entstanden wäre, daß das Chromatin sich mehr an den Enden des längsgespaltenen Chromosoms aufgehängt hat. Eine solche Annahme ist für die Tetradenbildung nicht immer unentbehrlich, weil die Entstehung der Vierergruppen von *Paludina* ganz in derselben Weise wie diejenige der Copepoden vor sich gehen kann. Daher ist es nutzlos, auch bei diesem Tier die Bedeutung des Querstreifens der Tetraden zu suchen.

Von den Autoren, die irgend eine Beziehung zwischen den meiotischen Tetraden und der Reduktionsfrage finden wollen, sollten betreffs der Reduktion auch die bisweilen auftretenden Oktaden und Hexaden als nicht weniger wichtig als die Tetraden in Betracht gezogen werden. Wie werden dann die Querstreifen der Oktaden und Hexaden durch die Annahme einer Metasyndese erklärt? MARCUS (1906) hat in der Oogenese sowie Spermatogenese von *Ascaris canis*¹⁾ Oktaden wahrgenommen. Nach ihm entstehen diese Körper dadurch,

1) Nach WALTON (1918, S. 528) ist dieses Tier aber *Ascaris triquetra* SCHRANK.

daß je zwei der dicken Spiremenstücke parallel zu liegen kommen, worauf deren jedes einzelne zuerst längsweise und dann querweise gespalten wird. Die Querkerbe hat mit den beiden Reifungsteilungen nichts zu tun; in der ersten Teilung findet die Längstrennung der parallelweise konjugierten Chromosomen statt und in der zweiten Teilung die Äquationsteilung. Aus dem Grunde, daß die tetradenförmigen Chromosomen in den früheren Blastomeren in reduzierter Zahl auftreten, ist er darauf gekommen, zu schließen, daß eine „Synmixie“, wie bei HÄCKERS *Cyclops*, in den Urgeschlechtszellen stattfinden könnte (S. 446–483). Ähnliche Oktaden wurden auch von ÖRTINGER (1909) bei *Pachyiulus varius* gefunden, und er hat konstatiert, daß alle scheinbaren Diaden der Oktaden nach dem heterohomöotypischen Schema unter die Spermatiden verteilt werden (S. 581–584). Über die direkte Beziehung dieser Oktaden zu der Reduktion hat er aber nichts bemerkt. Wenn MARCUS von der Einschnürung der Chromosomen etwas erfahren hätte, so wäre es nicht erforderlich gewesen, die Annahme einer Synmixie aufzustellen.¹⁾ WALTON (1918) hat kürzlich dieselben Erscheinungen in der Oogenese von *Ascaris canis* beobachtet und darauf hingewiesen, daß die Querkerbe der Chromosomen bei der Oktadenbildung eine wichtige Rolle spielt, und daß sie weder die syndetische Vereinigungsplatte noch diejenige der Reduktionsteilung andeuten, sondern nur das Anzeichen der Mehrwertigkeit der Chromosomen. Er hat die unreduzierte Chromosomenzahl in den Zygoten festgestellt. Aber nach ihm ist die erste Teilung eine Äquationsteilung und die zweite eine Reduktionsteilung. Ich möchte die Entstehung der Oktaden bei *Ascaris triquetra*, *Ascaris canis* und *Pachyiulus varius* folgendermaßen auffassen. Die schon eingeschnürten homologen Chromosomen können parallelweise konjugieren, worauf dann die Längsspaltung als das Anzeichen der zweiten Äquationsteilung in sämtlichen Homologen stattfindet. Die Oktaden entstehen durch die Längsspaltung der quereingeschnürten Gemini. Daher darf es uns nicht wundern, wenn in der meiotischen

1) Die reduzierte Zahl der Chromosomen bei der Furchungsteilung wäre einem Beobachtungsfehler zuzuschreiben.


Teilung Oktaden beobachtet werden. Man kann dabei dieselben durchaus mit den Tetraden als identisch auffassen. Für das endgültige Resultat der Reduktionsteilung wäre es an sich ganz gleichgültig, ob Diaden oder Tetraden oder Oktaden auftreten. Selbst bei meinen Objekten sind derartige Fälle nicht ausgeschlossen,¹⁾ obwohl dabei keine typischen Oktaden gebildet werden können, weil die Einschnürung sich nicht in der Mitte, sondern in der Nähe des Endes jedes längsgespaltenen homologen Chromosoms befindet. Würden aber bei den Copepoden solche voreilige zweite Längsspaltungen in Tetraden vorkommen, so kämen ebenso typische Oktaden zum Vorschein.

Außer Oktaden gibt es auch Hexaden, der Grund zu deren Bildung liegt aber anderswo; jedenfalls handelt es sich nie um voreilige zweite Längsspaltungen. Die an zwei Stellen eingeschnürten homologen Chromosomen können in der heterotypischen Teilung durch Parallelkonjugation die Form der Hexaden annehmen, wenn die drei Teilstücke auch nicht immer gleich lang sind. Der M-Geminus bei *Vicia Faba* ist ein Beispiel, und ähnliche können wir bei *Notonecta indica* sehen. Wie schon erwähnt, wäre es nicht unmöglich, daß sich die x-Chromosomen der Spermato- sowie Oogonien dieses Insektes in der Nähe der beiden Enden einschnüren²⁾. Da dies von Interesse ist, will ich einige Zeilen der Beschreibungen BROWNES hier zitieren. Betreffs des x-Geminus in der Reifungsteilung der Spermatocyten sagt er: „and a third chromosome, largest of all which consists of a main body and usually a small piece on either side, looking like a compound chromosome, made up of one large and two very small parts. This chromosome can be traced through from early prophase of the first division to the telophase of the second by its characteristic shape, and is the larger Component X of the XY pair“ (S. 132). Natürlich ist es selbstverständlich, daß die Querkerbe in den oben genannten oder andern derartigen Beispielen bei der Reduktionsteilung nichts zu schaffen hat.

Das gleichzeitige Auftreten der Tetraden und Diaden in der

1) Bei *Vicia Cracca*. Siehe SAKAMURA (1914, Fig. 2 ka).

2) Siehe BROWNE (1916, S. 132).

Diakinese und die Größenverschiedenheit der Querkhälften der Tetraden vermag man durch das Erkennen der Einschnürung ohne Widerspruch aufzuklären. Da die Form der Tetraden hauptsächlich mit der Querkerbe der homologen Chromosomen in Relation steht, treten die Diaden selbstverständlich in der Diakinese mit den Tetraden zusammen auf, wenn die betreffenden Chromosomen keine auffällige Einschnürung, besonders in der Mitte, aufweisen. Bei einigen Objekten wären Heterozygoten bezüglich der Form der Chromosomen nicht ausgeschlossen. Kürzlich hat CAROTHERS (1917) bei *Acridinae* Homomorphismus und Heteromorphismus der homologen Chromosomen in der ersten Metaphase gefunden; die Form steht dabei hauptsächlich mit der Einschnürung in Beziehung. Solche metaphasische Figuren hat schon WALKER (1911) und AGAR (1912) bei *Lepidosiren*, und ich selbst bei *Secale cereale* (Fig. 39) beobachtet, aber Heteromorphismus der homologen Chromosomen konnte in diesen Fällen nicht konstatiert werden. Wenn bei CAROTHERS Beobachtung keine Fehler im Spiele sind, muß dies ein interessantes Phänomen sein, das mit dem Befunde von S. NAVASHIN (1915) bei *Galtonia* und *Muscari* übereinstimmt.¹⁾ Es scheint mir kein direkter Beweis bisher dafür geführt worden zu sein, daß außer den Idiochromosomen und wenigen Autosomen die atypischen Quertetraden durch die Endenverschmelzung der ungleich großen homologen Chromosomen entstehen. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat die Annahme für sich, daß solche Quertetraden ihre atypische Tetradenform nur der Parallelkonjugation der in der Nähe des Endes eingeschnürten homologen Chromosomen verdanken. Bei meiner Untersuchung²⁾ über die abnorme Spermatogenese kryptorcher Hoden der Kaninchen wurden solche atypische Tetraden in nachstehender Form  gefunden (Fig. 168). Daß ihre Entstehung meinem Schema entspricht, kann dadurch deutlich bewiesen werden, indem dabei einige durch abnorme Ursachen auseinander getrennte homologe metaphasische Chromosomen, die mit anderen Gemini ohne Spindelfasern im Cytoplasma zerstreut sind, oft die

1) Siehe S. 30

2) Noch nicht veröffentlicht.

Einschnürung nicht in der Mitte, sondern in der Nähe des Endes aufweisen.

Nun sei es gestattet, anhangsweise hier noch das Auftreten der Tetraden nach der ersten Teilung etwas zu erörtern. JANSSENS (1901b) hat in den Spermatocyten der zweiten Teilung längsgespaltene Chromosomen wahrgenommen, deren beide Schenkel aber sehr kurz und am Scheitelpunkte des V durch ein feines Filament miteinander verbunden sind. Somit wäre es nicht ausgeschlossen, sie scheinbar als Vierergruppen zu betrachten. Bei der Untersuchung über die Entwicklung der eupyrenen Spermien von *Pyguera bucephala* hat MEYES (1903, S. 68) ebenso in der zweiten Teilung wie in der ersten anaphasische Diaden abgebildet, aber unterlassen, darüber etwas zu sagen. GROSS (1904)¹⁾ hat bei *Syromastes* die Tetraden der zweiten Ordnung gefunden. Nach ihm ist diese Querkerbe von neuem entstanden, und es findet die Querteilung an diesem Teile statt. Auch bei *Periplaneta americana* (MORSE, 1909, S. 497, Fig. 39, 40 und 41), *Lepidosiren* (AGAR, 1912, S. 290, Fig. 14), *Ascaris canis* (MARCUS, 1906, S. 450, Fig. 13 und WALTON, 1918, S. 552–554, Fig. 40 und 49) und *Pachyiulus* (ÖTTINGER, 1909, S. 584) kommen die Tetraden in der ersten Anaphase resp. in der Metaphase der zweiten Teilung deutlich zum Vorschein. ROSENBERG (1903) hat in der Interkinese und der zweiten Teilung der Pollenmutterzellen der *Drosera*-Hybride *longifolia* \times *rotundifolia* Vierergruppen beobachtet (S. 115–116, Fig. 17, 18 und 20) und vermutet, daß die Tetradenbildung auf die Endenverschmelzung der längsgeteilten Chromosomen zurückzuführen sei, worin ein Ausdruck der Hybridität gesehen werden könnte. Ich selbst habe auch in der Spermatogenese von *Hyla* Vierergruppen in der Interkinese bemerkt (Fig. 167). Zudem ist in der vorliegenden Arbeit festgestellt, daß die gewöhnlich schwer sichtbare Einschnürung der Chromosomen bei *Zea Mays* durch Chloralisierung usw. deutlich gemacht werden kann. Das Anzeichen dieser Einschnürung hat auch KUWADA (1911, Fig. 32 und 33. und 1915, Fig. 2a) schon dann und wann in den homöotypisch-telophasischen und in den diakinetischen Chromosomen dieser

1) Zit. nach GRÉGOIRE (1905, S. 275–277)

Pflanze gefunden. Das Auftreten solcher Vierergruppen nach der ersten Teilung müßte ohne Erkenntnis der Einschnürung der Chromosomen eine ganz unverständliche Tatsache sein. Es ist nun aber überflüssig, die Beziehung zwischen diesen Tatsachen und der Einschnürung hier nochmals zu schildern. Die oben genannten Befunde dürften zur Genüge die Kontinuität der Einschnürung der Chromosomen bestätigen und die Wichtigkeit derselben in bezug auf die verschiedenen Probleme beweisen.

Aus dem oben Gesagten scheint es mir, daß man bisher auf die Quertetraden (*tétrades-bâtonnets*) allzugroßes Gewicht gelegt hat. Die meisten von den angegebenen Quertetraden, welche sich bei der Reifungsteilung nie quer teilen, wie bei *Cyclops* u. a., müssen ihre hoch eingeschätzte Bedeutung verlieren. GRÉGORIE (1910, S. 328) hat erkannt, daß die *tétrades-bâtonnets* bezüglich der Syndese keine Bedeutung haben. In diesem Punkte hat er ganz Recht. Doch kann ich nicht seine Ansicht teilen, wenn er sagt, daß die meisten der Tetraden immer durch das auffällige Anschwellen der Enden der Chromosomen entstehen. Eher möchte ich noch das häufige Auftreten der echten Stäbchentetraden anerkennen, denn nicht nur wurden Beispiele hierfür sowohl im Tierreiche als auch im Pflanzenreiche in großer Zahl angegeben, sondern nun haben wir auch den vollgültigen Grund dafür. Es wäre etwas übereilt, das Auftreten sämtlicher meiotischer Tetraden, die in verschiedenen pflanzlichen Objekten von verschiedenen Autoren gefunden worden sind, kurzerhand zu verneinen, und diejenigen bei den tierischen Materialien der stärkern Anhäufung des Chromatins an den Enden der Chromosomen zuzuschreiben.¹⁾ Bei den künftigen Untersuchungen über die Syndese und speziell die Tetradenbildung ist es sehr wünschenswert, daß die Einschnürungen der somatischen Chromosomen zuerst genau untersucht und dann die Syndese der Gemini

1) Ja, eine solche Endenanhäufung des Chromatins kann wesentlich auch eine Art Einschnürung sein. Das Auftreten der dadurch entstandenen Tetraden ist nicht ausgeschlossen, z. B. bei *Tomopteris onisciformis* (SCHREINER, 1906-1907, Fig. 61a und b). Die Einschnürungsweise der homologen Chromosomen dieser Tetraden ist in der Spermato- sowie zweiten Teilung sichtbar (Fig. 11).

und die Reduktionsmodi ruhig verfolgt werden. Ich bin davon überzeugt, daß auf diese Art und Weise die richtigere Auffassung auf diesem Gebiete leichter erreicht werden kann.

2. Die Ursache, wodurch die Modifikation der Chromosomen bedingt wird.

Daß einige der schon genannten Autoren das Auftreten der Vierergruppen in somatischen Zellen mit der Anomalie der physiologischen Funktionen in Verbindung gebracht haben, scheint mir richtig. Es ist nun nicht mehr zu bezweifeln, daß die abnormen Bedingungen, die solche Formenveränderungen der somatischen Chromosomen verursachen, nicht spezifische sind, sondern durch mancherlei Faktoren veranlaßt werden können. Daher wird die Modifikation der Chromosomenform, die oft die atypische Mitosis begleitet, durch irgend eine Veränderung der äußeren Bedingungen, die die Chromosomen unschließen, hervorgerufen, während die Anlage zu den verschiedenen Eigentümlichkeiten der Chromosomen ganz intakt bleibt.

In dieser Beziehung kann die Modifikation der Chromosomen in bösartigen Geschwulstzellen als ein interessantes Beispiel genannt werden. Im Jahre 1903 und 1906 haben FARMER, MOORE und WALKER zusammen in den Karzinom-sowie Sarkomzellen des Menschen charakteristische Merkmale von heterotypischer Mitosis gefunden, und dabei darauf hingewiesen, daß die Chromosomen heterotypische Form annehmen, und daß Zahlenreduktion stattfinden kann. Bald nach der Veröffentlichung der vorläufigen Mitteilung dieser Autoren hat HANSEMAN (1905) die Reduktionsteilung in den bösartigen Geschwulstzellen gänzlich widerlegt. Nachdem BASHFORD und MURRAY (1904) die Beobachtung der oben genannten drei englischen Autoren bestätigt hatten, haben sie (1906) wieder die heterotypische Form der Chromosomen in den Krebszellen erörtert und dargetan, daß diese Form dem Übereinanderliegen der somatischen Chromosomen und deren weiterer Differenzierung zuzuschreiben sei.¹⁾ Auch WINTWARTER

1) Zit. nach DETON (1911, S. 28)

(1907) hat in den bösartigen Geschwulstzellen nie die heterotypische Teilung beobachtet, aber er hat in einer Art mitosis, die in den pathologischen Zellen stattfindet, dicke Formen der Chromosomen wahrgenommen.¹⁾ Obwohl DETON (1911) am Ende der Prophase in den Karzinomzellen scheinbare heterotypische Formen der Chromosomen gefunden hat, so sagt er, daß das charakteristische Aussehen der heterotypischen Chromosomen nicht angetroffen worden sei (S. 40 und Schluß). Die Reduktionsteilung in den Geschwulstzellen scheint mir sehr fraglich; aber aus den schon erwähnten Tatsachen unterliegt es keinem Zweifel, daß die pathologische Veränderung der plasmatischen Bedingungen die Modifikation der Chromosomen hervorruft. Meiner Erfahrung nach erscheint es am wahrscheinlichsten, daß Verkürzung und Einschnürung dabei auftreten und Vierergruppen zum Vorschein kommen. Diese Modifikation kann natürlich bei menschlichen Chromosomen, die die Einschnürung oder deren Anlage in den gewöhnlichen Zuständen in sich halten, leichter bemerkt werden.

Wir halten uns danach zu dem Schlusse berechtigt, daß umgekehrt die Innenbedingungen, die die Chromosomen umschließen und auf sie einwirken, für sie als abnorm erklärt werden, sobald einmal diese Veränderung der Chromosomenform auftritt. Dies gilt zumal für solche Fällen, wo die Formenveränderung der Chromosomen auch von Teilungsanomalien begleitet wird.²⁾

Nun erhebt sich die Frage, ob zwischen den abnormen Bedingungen und der Form der meiotischen Gemini eine Beziehung besteht. HANSEMAN, der zahlreiche cytologische Studien an Krebszellen ausgeführt hat, hat eine Erklärung versucht, wonach die Geschlechtszellen sich dadurch von den normalen Körperzellen unterscheiden, daß sie an Differenzierung verloren

1) Zit. nach DETON (1911, S. 28).

2) Es sei aber bemerkt, daß die Modifikation nicht immer von den Teilungsanomalien abhängig ist. Derartige Fälle begegneten uns auch in unseren Versuchen bei der Behandlung der Zellen mit Röntgenstrahlen, elektrischen Funken, Salzsäure, Kokain usw. Trotzdem dabei meistens keine besonderen Teilungsanomalien konstatiert werden konnten, nahmen die regelmäßig auf der Kernplatte liegenden Chromosomen Tetradenform an, oder sie zeigten sich gering verkürzt und dicker.

haben, sie „anaplastisch“ geworden sind. Dies äußert sich in der Herabsetzung des Altruismus und der Steigerung der selbständigen Existenzfähigkeit der Zellen. Auch R. HERTWIG hat die Eigentümlichkeit der Geschwülste in der Weise aufgefaßt, daß dabei die Rückkehr der Zellen von der „organotypen“ zur „cytotypen“ Lebensweise stattfindet.¹⁾ HÄCKER (1904, S. 793 und 1912, S. 104) hat, gestützt auf seine Untersuchungen über die Umformung der somatischen Chromosomen durch die Einwirkung des Ätherwassers und die Tatsache, daß solche Modifikationen auch in malignen Tumoren stattfinden, „das Auftreten des heterotypischen Teilungsmodus als den Ausdruck eines nicht oder nur wenig differenzierten Zustandes der Zelle erklärt. Deshalb muß bei den Gonotokonten (unreifen Geschlechtszellen), in denen die heterotypischen Formen der Chromosomen immer auftreten, der Altruismus gänzlich aufhören und die „Anaplasie“ am vollständigsten erreicht werden. POROFF (1908) hat in den pathologischen Leberzellen von *Paludina* somatische Vierergruppen gefunden und diese Erscheinung mit R. HERTWIGS Depressionshypothese, wonach die Geschlechtszellen in der letzten Zeit ihres Lebens Zeichen von Depression aufweisen, in Verbindung gebracht. Dann ist er (1908, S. 564) dazu gekommen zu schließen, daß „die Erscheinung der Tetraden in der letzteren Phase der Geschlechtszellenentwicklung sich auch als Frage des abnormen Zustandes, in welchem diese Zellen sich befinden, auffassen läßt.“ LUNDEGÅRDH (1914 b) erwähnt: „Es wäre nicht unwahrscheinlich, daß die auffallende Kürze und Dicke der heterotypischen Chromosomen mit Hemmung zusammen hängen“ (S. 153).

Obschon wir über diese Hemmung heute noch wenig wissen, so kann nicht geleugnet werden, daß die Protoplasmatätigkeit der Gonotokonten ungewöhnlich ist. Wenigstens zeitweilig ist in dieser Lebensperiode die extranukleare Plasmataätigkeit geschwächt oder von unbekannten Faktoren gehemmt, wie bei der Beeinflussung der somatischen Zellen durch äußere Faktoren²⁾

1) Zit. nach HÄCKER (1904, S. 493-494).

2) Es ist wenigstens für das Pflanzenreich unrichtig, diese Ungewöhnlichkeit der Protoplasmatätigkeit der letzten Periode des Lebens der Geschlechtszellen, die ohne Konjugation nicht mehr leben können, zuzuschreiben. Eine lange haploide Periode (Gametoplyt), wo die Mitosis normal auftritt, folgt im Pflanzenreiche der Meiosis.

Dies kann auch dadurch bewiesen werden, daß die Gonotokonten gegen Narkotika empfindlicher sind als die somatischen Zellen.¹⁾ Die verschiedenen prophasischen Erscheinungen der Gonotokonten, die in somatischen Zellen gewöhnlich fehlen, müssen ihren Grund wesentlich in diesem Verhältnis haben. KUWADA (1910, S. 270 und 1911, S. 164–165) hat in der Synapsis der Pollenmutterzellen von *Oryza sativa* und *Zea Mays* beobachtet, daß zahlreiche kleine chromatische Körperchen in der Kernhöhle auftreten, ein Phänomen, das er mit der Ernährung der Chromosomen in Verbindung gebracht hat. In meinen Versuchen wurde konstatiert, daß solche KUWADAS Körperchen ähnliche Gebilde in den finalspirematischen Kernen der somatischen Zellen mit abnorm verdickten Chromosomen auftreten (Fig. 41). Es ist interessant, meine Befunde in den künstlich behandelten somatischen Zellen mit denjenigen von KUWADA in der meiotischen Synapsis zu vergleichen und die Beziehung zwischen der Ernährungsfunktion dieser Körperchen und der Ausbildung der auffällig verkürzten und verdickten Chromosomen, die in der meiotischen Teilung sowie in künstlich beeinflussten somatischen Zellen auftreten, festzustellen. Für die genaue Bestätigung solcher Verhältnisse bedarf es aber noch zahlreicher und ausführlicher Untersuchungen.

Gestützt auf zahlreiche Tatsachen und Ansichten liegt es nun nahe, folgendermaßen zu schließen. Form und Größe der Chromosomen sind abhängig von den Bedingungen, unter denen sie sich befinden oder befunden haben. Sie sind fähig, wie individualisierte Organismen, auf die verschiedenen Umstände zu reagieren, ohne daß sie ihr Wesen verlieren. Da sie besonders unter ungünstigen Bedingungen sich stark modifizieren, darf man häufig Protoplasmaschwäche oder Hemmungswirkungen der äußeren Faktoren vermuten, wenn ungewöhnliche Kürze und Dicke, also geminiähnliche Gebilde oder Tetradenformen in den somatischen Zellen beobachtet werden.²⁾

1) Siehe S. 140.

2) Verkürzung und Verdickung der Chromosomen sind auch in den Tapeten sowie Endospermzellen beobachtet worden (BONNET, 1912, S. 658 und NĚMEC, 1910, S. 111–112), wo die Schwäche der Protoplasmatätigkeit zur Erklärung angenommen wird.

3. Zahl und Individualität der Chromosomen.

Die Erhaltung der Individualität der Chromosomen ist von größter Wichtigkeit für den Beweis der Richtigkeit der Chromosomenhypothese bei der Vererbung. In dieser Beziehung kommt das Gesetz der Zahlenkonstanz der Chromosomen in erster Linie in Betracht.

Der Grundsatz der Zahlenkonstanz der Chromosomen wurde zuerst von TH. BOVERI (1888) folgendermaßen ausgesprochen: „Die Zahl der aus einem ruhenden Kern hervorgehenden chromatischen Elemente ist direkt und ausschließlich davon abhängig, aus wie vielen Elementen dieser Kern sich aufgebaut hat. Die im allgemeinen herrschende Konstanz der Elementenzahl erklärt sich daraus einfach so, daß im regulären Verlauf von den beiden aus einer Teilung entstehenden Tochterzellen die eine genau die gleiche Zahl von Elementen erhält, wie die andere, nämlich die Zahl, die auch in der Mutterzelle bestanden hat“ (S. 175).

Seitdem sind zahlreiche Arbeiten veröffentlicht worden, in denen die Chromosomenzahl erörtert und über ihre Konstanz gestritten worden ist. Die Riesenliteratur betreffs der Zahlenkonstanz hier durchzusprechen, kann nicht meine Aufgabe sein. Ich möchte nur die ausführlichen Zusammenstellungen hervorheben, die früher von DELLA VALLE (1909) und LUNDEGÅRDH (1912 b, S. 426–427) und neuerdings von TISCHLER (1916) ausgeführt worden sind.¹⁾ Die Forscher, die die Zahlenkonstanz bestreiten, sprechen oft von abweichenden Chromosomenzahlen in derselben Spezies, dem Schwanken der Zahl um die Normalzahl herum in den Zellen desselben Individuums, der unreduzierten Zahl der Gemini in der meiotischen Teilung usw. DELLA VALLE (1909, S. 122–123)²⁾ ist der Meinung, daß eine überaus große Zahl von Hilfsypothesen nötig ist, um die gewünschte Regel der Zahlenkonstanz der Chromosomen abzuleiten, und seine Schlüsse laufen der Individualitätshypothese entgegen. Hier möchte ich aus den

1) Die Zusammenstellung der bei jeder Spezies beschriebenen Chromosomenzahl verdanken wir TISCHLER (1916) und MITSU HARU ISHIKAWA (1916).

2) Zit. nach TISCHLER (1916, S. 221).

von ihm aufgezählten Hilfhypothesen als Inkonstanzquelle einige Angabe zitieren. Nach ihm ist die von der normalen Zahl abweichende Variation abhängig von:

- a) errori di osservazione.
- b) presenza di più specie nel materiale studiato.
- c) incroci fra varietà a $2n$ cromosomi.
- d) mitosi asimmetriche.
- e) mitosi pluripolari, amitosi, division pluriploid.

Aber es scheint mir, daß an der Sache nichts geändert wird, wenn die Inkonstanzquelle folgendermaßen gefaßt wird, da die in (c), (d) und (e) genannten Tatsachen mittelbar oder unmittelbar mit den Teilungsanomalien im Zusammenhang stehen:

- a) Verschiedenheit der gebrauchten Materialien.
- b) Beobachtung der abnormen Mitosis oder der Mitosis der Kernes, dessen Vorfahren Teilungsanomalien erfahren haben.
- c) Beobachtungsfehler.

Im Laufe der Zeit ist bestätigt worden, daß es in ein und derselben Spezies auch Varietäten, Rassen oder Individuen gibt, die verschiedene Chromosomenzahlen besitzen. Z. B. *Ascaris megalocephala* var. *univalent* und *bivalent*, Varietäten von *Musa sapientum*, Stärkemais und Zuckermals-Rassen von *Zea Mays*, Individuen von Zuckermals-Rassen, Individuen von *Metapodius* u. a. können hier genannt werden.¹⁾ WILSON (1909) hat bei den Individuen der drei *Metapodius*-Arten folgende Variationen der Chromosomenzahl gefunden, während die Zahl in jedem Individuum immer konstant bleibt:

M. terminalis 21–26.

M. femaratus 22–27 oder 28.

M. granulosa 22–27.

Von Interesse ist, daß auch im Pflanzenreiche ein ganz ähnliches Beispiel gefunden wird. KUWADA (1915 a, S. 84–85 und 1915 b, S. 20) hat bei Zuckermals-Rassen (Sugar corn und Black Mexican) individuelle Variationen der Chromosomenzahl konsta-

1) Siehe auch die Zusammenstellung von TISCHLER (1916, S. 206).

tiert, nämlich 20-22 und 24. Für den Fall, daß das Ausgangsmaterial nicht einheitlich ist, erübrigt es sich, noch mehr über die Unbeständigkeit der Chromosomenzahl zu sagen.

Die abnormen Teilungsvorgänge, durch welche didiploide, hyper-oder hypochromosomige Kerne und zwei-oder mehrkernige Zellen entstehen können, wurden schon zusammengestellt.¹⁾

Einige Forscher wollen die Tatsache der Zahlenkonstanz der Chromosomen, die für die Erhaltung der Individualität der Chromosomen zunächst spricht, widerlegen, indem sie in den verschiedenen Körperteilen eines oder einiger Individuen abweichende Chromosomenzahlen gefunden haben. Es ist aber verdächtig, daß diese Forscher die Laufbahn der Vorfahren dieser Zellkerne, die irgend einen abnormen Teilungsvorgang erfahren haben, nicht in Betracht gezogen haben. In der Natur finden sich diese Teilungsanomalien häufig in verschiedenen Zellen, vorzugsweise in solchen, die etwas abnorm oder pathologisch sich verhalten oder keine lange Lebensdauer mehr haben (Endosperm, Tapeten, Karzinomzellen, Heterodermagallen usw.). Ja selbst in den Zellen, die scheinbar gesund aussehen, treten bisweilen die didiploiden Kernplatten auf. In den Wurzelzellen von *Spinacia* (STOMPS, 1911, S. 259), *Pisum* (STRASBURGER, 1911, S. 10) und *Zea* (KAWADA, 1915 b, S. 259) wurde dies beobachtet. Es fragt sich nun, ob wir, wenn in solchen Geweben abweichende und widersprechende Chromosomenzahlen vorkommen, gestützt auf die Regel der Zahlenkonstanz, die Individualitätshypothese der Chromosomen aufrecht erhalten können. Es ist in den vorliegenden Untersuchungen konstatiert, daß die durch abnorme Teilung gebildeten hyper-oder hypochromosomigen Kerne sich als solche immer wieder teilen, ohne Reduktionsteilung oder andere Regulation zu erfahren. Daher ist der Kern ganz unfähig, die überflüssigen Chromosomen zu beseitigen oder die fehlenden zu ergänzen.²⁾ SALA (1895, S. 482-483) hat auch in den der Kälte ausgesetzten Eiern von *Ascaris* eine derartige Tatsache konstatiert. Dies ist auch in den Fällen,

1) Siehe S. 55-56.

2) Vgl. STRASBURGER (1907, S. 501).

wo natürlich abweichende Chromosomenzahlen in verschiedenen Geweben auftreten, ganz gut möglich. Darin können wir den Beweis der Erhaltung der Individualität und der Zahlenkonstanz der Chromosomen sehen. Es ist heute nicht mehr notwendig, die Annahme der somatischen Reduktionsteilung, die von NĚMEC für die chloralisierten Wurzelspitzen aufgestellt wurde, in Betracht zu ziehen, weil der stichhaltige Beweis dafür nicht geführt werden kann.

Wir wollen BOVERIS Gesetz nochmals genau zu verstehen suchen. Er wollte nicht behaupten, daß die absolute Zahlenkonstanz in allen Zellen eines Individuums nachweisbar ist, sondern er sagt richtig: „Die Zahl...ist...davon abhängig, aus wie vielen Elementen dieser Kern sich aufgebaut hat.“ Nach diesem Gesetz läßt sich schön erklären, daß ein Kern in seiner Teilung unter Umständen in einer abweichenden Zahl Chromosomen bildet, wenn seine Vorfahren bei irgend einer Gelegenheit eine Teilungsanomalie erfahren haben. Demjenigen, der das oben Erwähnte nicht berücksichtigt und die absolute Konstanz der Chromosomenzahl in allen Zellen sucht, kann das rechte Verständnis der Individualität der Chromosomen nie verständlich werden.

Daß die Variation der Chromosomenzahl bei den verschiedenen Autoren hauptsächlich auf falscher Zählung beruht, steht außer Zweifel. Die falsche Zählung ist oft durch künstliche Zerlegung der Chromosomen in Schnitte bedingt, doch möchte ich das Übersehen der konstanten Einschnürung als die hauptsächlichste Fehlerquelle betrachten. Zahlreiche Beispiele der unsicheren Zählung der Chromosomen infolge der Einschnürung sind durch die ganze Literatur verstreut. In den folgenden Zeilen möchte ich einige diesbezügliche Angaben machen.

Arabacia: BALTZER (1910, S. 546) hat bei den meisten Spindeln eines Vierzellen-Stadiums 40 Elemente gezählt. Nach ihm ist die Zählung aber immer etwas unsicher wegen der verschiedenen Chromosomenformen. Die Chromosomen zeigen dabei ein hantelförmiges Bild.

Asterias vulgaris: TENNET (1907, S. 310) hat in den befruchte-

ten Eiern die somatische Chromosomenzahl 36 gezählt, aber infolge der Fragmentierung einiger Chromosomen hat er diese Zahl als nicht sicher angegeben.

Nemateus: DOXCASTER (1907, S. 170). Die Chromosomen der Geschlechtszellen „may be compound and consist of a number of smaller units which become separated in somatic cells.“¹⁾ Es ist nicht unmöglich, daß die scheinbare somatische Chromosomenzahl deshalb nicht der meiotischen entsprechen kann.

Ophryotrocha: KORSCHOLT (1895) hat in Blastula neben den mit 4 Chromosomen versehenen Zellen auch solche gefunden, die 8 Chromosomen besitzen. Er ist der Meinung, daß die letztere Anzahl der Querspaltung der vier Chromosomen zuzuschreiben ist.²⁾

Phragmotobia: SEILER (1914). Infolge der Fragmentierung des x und y-Chromosomen findet in den somatischen Zellen eine Variation der Chromosomenzahl statt.

Zoogonus mirus: Dieses Tier ist deshalb berühmt geworden, weil bei der Bestimmung der Chromosomenzahl vier Forscher zu so verschiedenen Resultaten gekommen sind.

In den somatischen Zellen. In der ersten Reifungsteilung.

GOLDSCHMIDT (1905)	10 oder 12	10 oder 12
SCHREINERS (1908)	24 — 26	12 oder 12
GOLDSCHMIDT (1908)	10 oder 12	10 oder 12
GRÉGOIRE (1909)	10 — 14	6 — 7
WASSERMANN (1912)	10 — 14	—

Es kann nicht unsere Aufgabe sein, auf die Bestimmung der Chromosomenzahl dieses Tieres näher einzugehen, sondern wir wollen nur die Hauptursache besprechen, die zur Zahlenvariation Anlaß gibt.

Daß die somatischen Chromosomen dieses Tieres in der Nähe des Endes eingeschnürt sind, ist schon aus den Figuren und Beschreibungen der oben genannten Autoren ersichtlich. Jeder, der die Zahl der eingeschnürten Chromosomen gezählt hat, käme ohne weiteres auf den Gedanken, die Zahlenvariation hier auch mit der Einschnürung in Verbindung zu bringen. WASSERMANN

1) und 2) Zit. nach HOY (1916).

(1913), der die Ursache der Variation suchen und die sichere Zahl finden wollte, kam zu keinem sichern Resultat, aber es ist treffend, daß er meint, „ob man nicht vielmehr den gelegentlichen Befund von 14 Chromosomen.....einer Zerschnürung einzelner Chromosomen in scheinbar selbständige Elemente zu Last legen soll“ (S. 18).

Menschen: FLEMMING (1898), DENSBERG (1906), WINIWARTER (1901 und 1912), GUYER (1910) und WIEMAN (1912). Die Chromosomenzahl des Menschen ist von einigen Autoren sehr divergierend angegeben worden. Nach WIEMAN ist die Variation der Chromosomenzahl wesentlich auf die Fragmentierung der großen Chromosomen zurückzuführen. Daß die Chromosomen des Menschen sich deutlich konstant einschnüren, wurde schon erwähnt.

Lepus: Die Chromosomenzahl schwankt nach WINIWARTER (1900) von 40–80 in den somatischen Zellen und von 10–12 in der Oocyten-Teilung nach HONORÉ.¹⁾ Weil quereingeschnürte Gemini in den Spermatocyten in den kryptorchen Hoden dieses Tieres gefunden werden, ist es deshalb wahrscheinlich, daß die Chromosomen wesentlich eingeschnürt sind.

Felis domestica: WINIWARTER und SAINMONT (1909). Es finden sich 36 Chromosomen in den Oogonien und somatischen Zellen und 12 in der ersten Reifungsteilung. Diese Autoren denken an die Fragmentierung der Chromosomen als die Ursache des Widerspruches in den beiden Fällen.

Primula kewensis (seedling form): DIEBY (1912, S. 375) hat in der Diakinese der Pollenmutterzellen eine Schwankung der Geminizahl (14–18) gefunden. Es scheint ihr, daß diese Unbestimmtheit der Lage und dem relativen Maß der beiden Hälften der Vierergruppen zuzuschreiben ist. Doch wäre es nicht unwahrscheinlich, daß die Zahlenschwankung einigermaßen auf die Einschnürung der Chromosomen zurückzuführen ist, da die meiotischen Quertetraden mit der Einschnürung viel zu tun haben.

Oenothera lutea: GATES (1912, S. 999) hat in der somatischen

1) Zit. nach HAY (1916).

Mitosis eine Variation der Chromosomenzahl gefunden. Wie schon erwähnt, haben dieser und andere Autoren die Einschnürung bei dieser Pflanze und anderen *Oenothera*-Mutanten beobachtet, deshalb läßt es sich nicht leugnen, daß die Einschnürung auch für die Bestimmung der Zahl der Chromosomen von großer Bedeutung ist.

Allium cepa: Nach MERRIMANS (1904, S. 195) ist die Chromosomenzahl inkonstant, sie schwankt zwischen 10–30 oder mehr. BONNEVIE (1908) hat 24 Chromosomen gezählt. Daß die richtige diploide Zahl bei *Allium cepa* 14 ist, ist heute eine allgemein bekannte Tatsache. Die falschen Zählungen dieser beiden Forscherinnen sind wahrscheinlich durch die Einschnürung verursacht worden, die in der Mitte der meisten Chromosomen zu finden ist.

Najas major: CLEMENS MÜLLER (1912, S. 15) hat im Gegensatz zu GUIGNARDS (1899) Zählung der Haploidzahl 6 als Diploidzahl 14 festgestellt. In meiner Japanisch geschriebenen Arbeit (1915b, S. 400) habe ich darauf hingewiesen,¹⁾ daß GUIGNARDS Haploidzahl 6 nicht fehlerhaft sein kann. Damals habe ich bezweifelt, daß die in CLEMENS MÜLLERS Fig. 17a dargestellten Chromosomen wirklich aus den zwei längsgespaltenen kleinen und großen Chromosomen entstanden sind, wie er denkt. Es scheint mir viel richtiger, seine Figur nicht als zwei Chromosomen, sondern als ein einziges in der Nähe des Endes eingeschnürtes Chromosom aufzufassen. Infolgedessen muß die Diploidzahl 12 sein, statt 14. TSCHERNOYAROW (1914) hat die Chromosomenzahl dieser Pflanze untersucht und gefunden, daß beide Autoren Recht haben, da der Widerspruch in ihren Angaben in folgender Weise erklärt werden kann. In den somatischen Zellen gibt es 7 Paar Chromosomen, von denen ein kleines durch feine Fäden mit einem anderen Paar verbunden ist, und das TSCHERNOYAROW „Trabanten“ oder „Satelliten“ nennt. In der Reduktionsteilung verschwinden die Trabanten spurlos, indem sie mit ihren

1) Die nachstehende Arbeit von TSCHERNOYAROW (1914) war mir damals durch die Störung des Verkehrs infolge des Krieges ganz unbekannt. Erst einige Monate nach der Veröffentlichung meiner Arbeit hatte Herr Prof. NAVASHIN die Freundlichkeit, mich auf diese Untersuchung eines seiner Schüler brieflich aufmerksam zu machen. Später entnahm ich dann den Hauptinhalt einem Referat im Bot. Centralbl.

zugehörigen Autochromosomen endenweise ganz verschmelzen, sodaß, wie GUIGNARD festgestellt hat, die reduzierte Geminizahl 6 zum Vorschein kommt. Wenn diese Auffassung richtig wäre, so dürfte die Chromosomenzahl von *Vicia Faba* dementsprechend 14 resp. 6 oder 16 resp. 6 sein, weil der Figur von CLEMENS MÜLLER nach zu urteilen die somatischen sowie meiotischen Verhältnisse der e-Einschnürung der M-Chromosomen von *Vicia Faba* mit denjenigen der Trabanten und ihren zugehörigen Chromosomen von *Najas major* ganz identisch sind. Es liegt nahe zu sagen, daß die als Trabanten und das ihnen zugehörige Chromosom gekennzeichneten Elemente eigentlich nur ein stark eingeschnürtes Chromosom sind. Die echte diploide und haploide Chromosomenzahl von *Najas major* beträgt vielmehr 12 resp. 6.

Wie früher geschildert, haben FRASER und SNELL für *Vicia Faba* die Zahl 14 resp. 7 aufgestellt, während sie nach den meisten andern Autoren 12 resp. 6 ist. In der vorliegenden Arbeit ist die Richtigkeit der Zahl 12 resp. 6 genau konstatiert worden. Die unrichtige Zahl der erst genannten beiden Autoren ist aller Wahrscheinlichkeit nach dem Umstande zuzuschreiben, daß diese Forscher die m-Einschnürung der M-Chromosomen bei der Zählung vernachlässigt haben.¹⁾ Da die Einschnürung der M-Chromosomen von *Vicia Faba* mit der Zählung der Chromosomenzahl in typischer Beziehung steht, so will ich darauf etwas näher eingehen.

LUNDEGÅRDH (1912b, S. 417–419 und 427–431) hat als die Hauptursache der Schwankung der Chromosomenzahl dieser Pflanze die Segmentierung und Endverklebung hervorgehoben, und aus den Resultaten der Zählungen an etwa 30 Kernplatten hat er geschlossen, „daß auch, wenn man Endverklebungen und Segmentationen mit in Rechnung zieht, man sicher konstatieren kann, daß die Chromosomenzahl bei *Vicia Faba* nicht völlig konstant ist. Die „Normalzahl“ scheint 12 zu sein, weil sie in etwa 35% der Fälle unzweifelhaft auftritt, während in anderen Fällen die Zahl 11, 13 und bisweilen sogar etwas höher ausfällt“

1) Verschiedenheit des Ausgangsmaterials wäre bei *Vicia Faba* unwahrscheinlich. In der vorliegenden Arbeit wurden *Vicia Faba major* und *minor* und eine deutsche Sorte unbekannten Namens gebraucht.

(S. 418). Hätte LUNDEGÅRDH seinerzeit die konstante Einschnürung der M-Chromosomen gekannt, so wäre die Zählung der Chromosomenzahl von *Vicia Faba* nicht so kompliziert gewesen, wie es ihm erschien. Einige seiner Endverklebungen bei dieser Pflanze dürften wesentlich die Einschnürungen der M-Chromosomen sein. Wenn diese Verhältnisse genau berücksichtigt werden, so kann man auch in den 14 (a, b, c, e, g, l, m, p, v, w, x, y und ä) unter den 26 Kernplatten, an denen die inkonstante Chromosomenzahl gezählt wurden, und die in seinen Textfig. 6 und 7 zusammengestellt sind, die Zahl 12 finden.¹⁾ Freilich läßt es sich nicht leugnen, daß die Endverklebung uns bei der Zählung beträchtlich belästigt, doch scheint es mir wichtiger, daß zuerst die konstante Einschnürung hinreichend in Betracht gezogen wird, um die richtige Zählung zu erreichen. Deshalb sollen sowohl die Einschnürungen als auch die Endverklebungen bei der Zählung der Chromosomen beachtet werden; bei *Vicia Faba* wenigstens macht aber diese Einschnürung fast niemals die Zählung unsicher und sie kann von der Endverklebung, die bei meinem Falle so selten (ca 4%!) auftritt, leicht unterschieden werden.

Hier sei es mir gestattet, noch einige Worte dem Gesetz der Zahlenkonstanz der Chromosomen zu widmen. Gestützt auf die Beobachtungen bei den somatischen Zellen von *Vicia Faba* und *Allium cepa*, von denen die erste auch mein Hauptmaterial ist, hat LUNDEGÅRDH (1912b, S. 430–432) darauf hingewiesen, daß im Gesetz der Zahlenkonstanz ein physiologisches Moment hineingebracht werden muß, und er hat folgende Regel aufgestellt: „In vielen Fällen ist die Zahl der bei vegetativen Kernteilungen in der Prophase herausdifferenzierten morphologisch selbständigen Karyotinelemente (Chromosomen) konstant“ (S. 430). Der Grund, daß er nicht von den metaphasischen Chromosomen, sondern von den prophasischen Chromosomen spricht, liegt in folgendem. Es herrscht ein Bestreben im Karyotin den Stoff zu verteilen und zu gruppieren, um eine bestimmte Chromosomenzahl in der Prophase herauszudifferenzieren. Die Faktoren, die dieses Bestreben stören

1) Die Normalzahl 12 tritt nach meinen Feststellungen in etwa 96% aller Fälle auf. Man vergleiche diesen Prozentsatz mit demjenigen von LUNDEGÅRDH (1912b, S. 418) 35.

und Inkonzanz der Chromosomenzahl hervorrufen, setzen dann ein, wenn die Kernmembran aufgelöst ist und die Chromosomen in der Spindelsubstanz angeordnet werden. Als Beispiel einer solchen Störung hat er die Endverklebung und Segmentierung der Chromosomen bei *Vicia Faba* und *Allium cepa* genannt. Aus dem Grunde, daß betreffs der Ursachen der schwankenden Chromosomenzahl bei *Vicia Faba* ein sicheres Resultat nicht nur durch direkte morphologische Beobachtung, sondern auch unter Berücksichtigung der physiologischen Momente, gesucht werden muß (1912b, 419), hat er (1914a) weiter ein Experiment angestellt. Er beobachtete in den Zellen einer 5 Stunden lang in einer Temperatur von 36.5°C gehaltenen Wurzel von *Vicia Faba* das Auftreten einer starken Segmentation der Chromosomen und zog den Schluß, „daß man durch konsequentes Verwenden hoher Temperaturen eine Abänderung der Chromosomenzahl bewirken könnte“ (S. 170). Es ist aber sehr fraglich, daß die hohen Temperaturen diese Vermehrung der Chromosomenzahl in seinen Figuren verursachen. Da eine derartige Segmentierung ja auch in gewöhnlichen Präparaten dann und wann bemerkt wird, so können wir keinen direkten Beweis dafür führen, daß es sich dabei tatsächlich um hohe Temperaturen handelt. Obwohl in meinem Versuche die gewöhnlich versteckt gehaltene Einschnürung bei *Vicia Faba* auch durch Verwendung hoher Temperatur leicht sichtbar gemacht werden konnte, so wurde doch keine Abänderung der Chromosomenzahl durch besondere Quersegmentierung konstatiert. Einige der Beobachtungen und die daraus resultierenden Schlüsse, die LUNDEGÅRDH bei *Vicia Faba* und *Allium cepa*, ohne die erblich fixierte Einschnürung zu bemerken, gemacht und gezogen hat, sind wohl nicht immer richtig und behalten wohl nur in den wenigsten Fällen ihre Gültigkeit. Die von LUNDEGÅRDH (1912b) aufgestellte Regel der Zahlenkonstanz scheint mir nicht vorteilhaft zu sein, weil die Segmentierung, besser gesagt Einschnürung, und Endverklebung wie bei *Vicia Faba* nicht nur in der Metaphase, sondern auch in der Prophase auftreten kann.¹⁾ Dieses Ver-

1) Bei *Vicia pseudocacca* und *Lens esculenta* (eigene Beobachtung). Bei *Fritillaria tenella* und *Galtonia canalicans* (S. NAVASHIN, 1914).

hältnis tritt auch in den künstlich mit chemischen oder physikalischen Reizmitteln behandelten oder den durch *Heterodera* eingepflanzten Zellen von *Vicia*, *Pisum* und *Zea* zu Tage. Wenn auch die Endverklebung und Segmentierung, ja auch die Einschnürung, zusammen die scheinbar abweichenden Zählungsergebnisse verursachen könnten, so brauchte man doch nicht auf die Annahme der Erhaltung der Individualität der Chromosomen zu verzichten. Es handelt sich dabei nur um eine Täuschung, denn die eigentliche Zahl und die Organisation der Chromosomen selbst sind immer dadurch unverändert geblieben. Selbst bei der starken Einschnürung, wie bei den Trabanten von *Najas*, stehen die Teilstücke nie unabhängig voneinander, sondern sind mit einer morphologischen Substanz oder durch irgend eine unsichtbare Affinität verbunden, dies wird auch dadurch bemerkt, daß ihre in der somatischen Mitosis in auffälliger Weise stattfindende Separation in der meiotischen Metaphase neuerdings aber nur schwach auftritt oder ganz verschwindet.¹⁾ Die Teilstücke eines eingeschnürten Chromosoms müssen also erst dann als zwei individualisierte Elemente gezählt werden, wenn sie phylogenetisch ganz auseinander getrennt sind und ganz unabhängig voneinander handeln, sonst sind sie zusammen als ein ganzes einheitliches Chromosom zu betrachten.

Was das Gesetz der Zahlenkonstanz der Chromosomen anbelangt, so möchten wir mit Folgendem zum Schlusse kommen. BOYERIS Gesetz der Zahlenkonstanz der Chromosomen behält auch noch heute seine Geltung. Wenn die Variation der Chromosomenzahl angetroffen wird, so ist sie keine zufällige Fluktuation. Der Kern ist nicht imstande, die überflüssigen Chromosomen zu beseitigen oder die fehlenden zu ergänzen.

Bezüglich der Individualitätshypothese der Chromosomen sagt STRASBURGER (1907b): „Ich selbst trete auch für die qualitative Verschiedenheit der Teile eines Chromosoms ein, zugleich auch für die Verschiedenheit der einzelnen Chromosomen“ (S. 502). Und weiter: „Die konstante Zahl der Chromosomen, welche die Betrachtung uns vorführt, ist nur der sichtbar werdende

1) Bei *Vicia Faba*, *Vicia Cracca*, *Pisum sativum*, *Morus*-Arten und *Najas major*.

Ausdruck für die Konstanz dieser der direkten Beobachtung sich entziehenden letzten Einheiten“ (S. 504). Eine solche qualitative Organisation der Teile eines Chromosoms wurde auch von anderen Autoren ganz hypothetisch angenommen, doch sei es mir erlaubt, insbesondere mit AGAR (1912, S. 293–295) und S. NAVASHIN (1914) zu betonen, daß die immer an konstanten Punkten auftretenden Einschnürungen darauf hinweisen, daß die Chromosomen der Länge nach eine innere Differenzierung besitzen. Es wurde in der vorliegenden Arbeit außerdem für die Annahme von STRASBURGER noch ein anderer Beweis geleistet. Bisher sind die einzelnen Chromosomen hauptsächlich nach der Größe voneinander unterschieden worden, während einige Chromosomen nur selten sich durch ihre Form oder ihr spezifisches Verhalten auszeichnen. Die konstant eingeschnürten Chromosomen dürfen in dieser Beziehung als vorteilhaft ausgewählt werden. Die M-Chromosomen von *Vicia Faba* z. B. verhalten sich ganz spezifisch unter der Chromosomenkonstellation, und zwar behalten sie mit ihren Einschnürungen den Lebenskreislauf hindurch ihre Individualität.¹⁾ Dies ist auch bei *Crepis virens*, *Morus*-Arten und *Vicia Cracca* konstatiert. Das Vorhandensein dieser speziell differenzierten Chromosomen in einer Kernplatte kann daher gute Dienste leisten, die einzelnen Arten, die in der Chromosomenzahl gleich sind, zu unterscheiden. In der Tat können wir nur durch die Art und Weise der Einschnürung und die Größe der Chromosomen, aber ohne die Blüten, Blätter usw. zu untersuchen, z. B. zwei *Vicia*-Arten mit 12 Chromosomen, *Vicia Faba* und *Vicia Cracca*,²⁾ und fünf *Muscari*-Arten mit 18 Chromosomen, *M. Comosum*, *M. monstrosum*, *M. tenuifolium*, *M. polyanthum* und *M. Argaei*³⁾ voneinander unterscheiden.

Nun ist die Frage zu beantworten, ob die für eine Art so spezifisch auftretende Einschnürung der Chromosomen bei der Bastardierung auch im fremden Plasma erhalten bleiben kann. Wäre dies der Fall, so wird damit für den Beweis der Verteilung der Erbeinheiten auf die einzelnen Chromosomen ein brauchbarer

1) V-Form in der Anaphase und spezifische Größe kommen hier auch in Betracht.

2) Siehe Fig. 9 und Textfig. 2d.

3) Siehe DELAUNAY (1915).

und wertvoller Anhaltspunkt gewonnen. Was die morphologischen Eigenschaften der Chromosomen bei der Bastardierung betrifft, so sind bisher einige experimentelle Untersuchungen gemacht worden, z. B. bei Heterochromosomen im Tierreiche, *Ascaris megalocephala bivalens* \times *univalens* (HERLA, 1893),¹⁾ *Fundulus heteroclitus* \times *Menidia notata* (MOENKHAUS, 1904), *Echinus* \times *Strongylocentrotus* (BALTZER, 1909), Zuckermais- \times Stärkemais-Rassen (KUWADA, 1915) u. a., aber diese Autoren haben dabei nicht an die Einschnürung gedacht.

Es ist schon von STRASBURGER (1907b und 1911) behauptet worden, daß auch in den syndiploiden somatischen Zellen die Individualität der Chromosomen erhalten bleibt, indem er das Vorkommen der Reduktionsteilung in diesen Zellen ganz und gar bestritten hat. Das wird auch in unserem Falle, insbesondere dadurch konstatiert, daß bei *Vicia Faba* die Einschnürungen und die auffällige Größe der M-Chromosomen auch in den syndiploiden oder didiploiden Zellen intakt erhalten bleiben, die in den vorhergehenden abnormen Mitosen doppelt so viele Chromosomen wie gewöhnlich besessen haben (Text fig. 4 und 5). Die hyperchromosomigen Kerne mit der betreffenden Anzahl an M-Chromosomen teilen sich als solche immer wieder normal oder können aus der meristematischen in die Streckungszone übertreten. Daher ist es nun bemerkenswert, daß unsere Annahme der Kontinuität der Chromosomen in den didiploiden oder abweichendchromosomigen Zellen dabei sich nicht nur auf die Erhaltung der betreffenden Chromosomenzahl, sondern auch auf das Wiederauftreten der morphologisch ausgezeichneten Chromosomen in der betreffenden Anzahl stützt. Ähnliches wurde von M. NAVASHIN jun. (1915) und ÔSAWA (1916) konstatiert. Der erste hat in den somatischen Zellen zwei und in den Pollenkörnern ein eingeschnürtes Chromosom beobachtet, und dieselben in den triploiden Endospermakernen nicht in geringerer Anzahl gefunden. ÔSAWA hat zwei eingeschnürte große M-Chromosomen bei diploiden

1) Zit. nach HÄCKER (1912, S. 320).

Morus-Arten gefunden, und bei triploiden Arten drei derselben. Als Beispiel der tetraploiden Art möchte ich *Vicia unijuga* mit 24 Chromosomen nennen. Obwohl keine Pflanze, die als ihr diploider Vorfahr betrachtet werden könnte, gefunden worden ist, liegt es nahe zu sagen, daß diese Pflanze tetraploid ist, weil es nicht wenige *Vicia*-Arten mit 12 Chromosomen zu geben scheint. Diese Vermutung wird dadurch bestätigt, daß vier gleich große Chromosomen dort am Ende in gleicher Weise eingeschnürt sind, was mit dem Befunde von ÔSAWA bei triploiden *Morus*-Arten identisch ist.

Aus dem oben Erwähnten geht hervor, daß in den poliploiden Arten, soweit die Chromosomen keine morphologische Abänderung erfahren, jene konstante Einschnürung immer intakt erhalten bleibt und ein schönes phylogenetisches Zeichen darbietet. Wie verhalten sich nun die eingeschnürten Chromosomen bei der Bastardierung? Es scheint mir, daß auch im fremden Plasma die Einschnürung ihre Kontinuität erhält. S. NAVASHIN (1915) hat darauf hingewiesen, daß die Einschnürung in den somatischen Zellen der Bastarde zwischen zwei Formen, deren eine die Einschnürung in einem Paar Chromosomen aufweist, während die andere keine solche Neigung hat, als ein morphologisches Merkmal immer ihre Gültigkeit bewährt. Die Einschnürung der Chromosomen möchte ich als ein treffendes Merkmal bei der Bastardierungsuntersuchung empfehlen, das den Lebenszyklus hindurch, ja auch bei der Reduktionsteilung, morphologisch bemerkbar ist. Es ist sehr wünschenswert, daß die Aufmerksamkeit der genetischen Cytologen in Zukunft auf diesen Punkt gerichtet werde.

VI. Beziehung der Chromosomenzahl unter den naieverwandten Arten.

Eine interessante und wichtige cytologische Tatsache, die in den letzten Jahrzehnten oft bestätigt worden ist, ist die x-ploide Beziehung der Chromosomenzahl unter den naieverwandten Arten oder Varietäten. Zusammenstellungen der bei jeder Spezies festgestellten Chromosomenzahl, die diese Verhältnisse deutlich

zeigen verdanken wir SHIBATA und MIYAKE (1908 b, S. 292–295), MIYAJI (1913, S. 451–453), GATES (1915, S. 197–203), TISCHLER (1916) und M. ISHIKAWA (1916). Auch in Tokyo besitzen wir zwei ausgezeichnete Arbeiten von MIYAJI (1913, bei *Viola*) und von TAHARA (1914–1915, bei *Chrysanthemum*), die diese Beziehung treffend bestätigen.

Anderseits braucht die Beziehung der Chromosomenzahl der naheverwandten Arten nicht immer ein Vielfaches zu sein, die Aufmerksamkeit ist aber bisher noch wenig auf diesen Punkt gerichtet gewesen.

Jedenfalls liegt es nahe anzunehmen, daß diese beiden Beziehungen zu der Mutation in inniger Beziehung stehen, d. h. bei der Auflösung einer Mutation wird von Zeit zu Zeit plötzlich eine andere als die erwartete Chromosomenzahl gefunden. Deshalb wäre es der Mühe wert, die gegenwärtigen Beispiele in dieser Beziehung weiter zu vermehren und die Ursache aufzuklären, die eine derartige Veränderung der Chromosomenzahl hervorrufen kann.

1. X-ploide Beziehung.

Aus einer beiläufigen Untersuchung, die andernorts von mir (1918) veröffentlicht worden ist, geht eine merkwürdige x-ploide Beziehung der Chromosomenzahl hervor. Es sei mir gestattet, die Resultate hier kurz anzuführen.

Aus dem Gedanken, daß x-ploide Beziehungen unter naheverwandten Arten oft vorkommen, habe ich eine Untersuchung angestellt, die bezweckt, die Chromosomenzahl der *Triticum*-Arten festzustellen und dadurch etwas zur Kenntnis des Stammbaumes vom Kulturweizen beizutragen.

Als Versuchsobjekte dienten mir Wurzelspitzen und Pollenmutterzellen von zahlreichen Winter-sowie Sommerrassen von *T. vulgare* und einigen Rassen von *T. compactum*, *T. Spelta*, *T. turgidum*, *T. durum*, *T. polonicum*, *T. dicoccum* und *T. monococcum*.

Die Chromosomenzahlen von *T. vulgare* und *T. compactum* sind bisher von einigen Autoren wie folgt festgestellt worden:

	haploid	diploid	
OVERTON (1893)	8	16	<i>T. vulgare</i>
NAKAO (1911)	8		„
BALLY (1912)	8		„
DUDLEY (?) ¹⁾	8		„
KÖRNICKE (1896) ²⁾	8		<i>T. compactum</i>

Trotzdem die Chromosomenzahlen vom *Triticum vulgare*, wie oben erwähnt, in den Angaben einiger Autoren übereinstimmen, so habe ich zu meinem Erstaunen für diese Arten ganz andere Chromosomenzahlen gefunden und eine interessante Zahlenbeziehung unter den kultivierten *Triticum*-Arten feststellen können.

	haploid	diploid
<i>T. vulgare</i>	21	42.
<i>T. compactum</i>		42.
<i>T. spelta</i>		42.
<i>T. turgidum</i>		28.
<i>T. durum</i>		28.
<i>T. polonicum</i>		28.
<i>T. dicoccum</i>		28.
<i>T. monococcum</i>		14.

Diese Beobachtungsergebnisse zeigen, daß auch unter den *Triticum*-Arten die x-ploide Beziehung vorkommt, und daß bei der primitiven Art *T. monococcum* die geringste Anzahl und bei der differenziertesten *T. vulgare* die höchste Anzahl festgestellt wird. Es sei bemerkt, daß die Chromosomenzahlen auch mit dem Stammbaum in einem interessanten Zusammenhang stehen.

Von SCHULZ (1913),³⁾ der sich in neuerer Zeit viel mit der Geschichte und dem Studium der Abstammung unserer Getreidearten beschäftigt hat, stammt die folgende Zusammenstellung der Verwandtschaftsverhältnisse unter den Arten von Eutriticum.

Es muß sehr auffallen, daß die phytopathologische Prüfung (WAWILOFF, 1913) und ferner die serologische Prüfung (ZADE,

1) Zit. nach E. M. EAST (1915), The chromosome view of heredity and its meaning to plant breeders. Amer. Nat. Vol. XLIX.

2) Zit. nach M. ISHIKAWA (1916).

3) Zit. nach TSCHERMAK (1914, S. 2794).

1914), sowie die Verwendung des Fertilitäts-bzw. Sterilitätsprinzips (TSCHERMAK, 1914) zu ganz denselben verwandtschaftlichen Zusammenhängen gekommen sind, wie sie SCHULZ aufgestellt hat.

	Stammmart	Kulturfarmengruppen		
		Spelzweizen	Nacktwoizen	
			normal	missgebildet
Einkornreihe	<i>T. aegilopoides</i>	<i>T. monococcum</i>	wohl nicht gezüchtet	wohl nicht gezüchtet
Emmerreihe	<i>T. dicoccoides</i>	<i>T. dicoccum</i>	<i>T. durum</i> <i>T. turgidum</i>	<i>T. polonicum</i> nicht bekannt
Dinkelreihe	nicht bekannt	<i>T. Spelta</i>	<i>T. compactum</i> <i>T. vulgare</i> <i>T. compactum</i> × <i>vulgare</i> = <i>capitatum</i>	nicht bekannt

Nun sind wir im stande, diese von einigen Autoren von verschiedenen Gesichtspunkten aus bestätigte Gruppierung auch zytologisch zu stützen.

Die Chromosomenzahlen der *Triticum*-Arten stehen mit dem SCHULZschen Stammbaum im folgenden interessanten Zusammenhang.

Kulturarten der Einkornreihe	14	phylogenetisch	diploid.
„ „ Emmerreihe	28	„	tetraploid.
„ „ Dinkelreihe	42	„	hexaploid.

Obwohl es natürlich unstatthaft ist, die Abstammung eines Lebewesens nur mit Hinsicht auf seine Chromosomenzahl aufzustellen, so sind wir doch berechtigt, den auf andere Weise aufgestellten Stammbaum dadurch zu bestätigen. Näher auf die Erörterung über die Stammarten einzugehen, möchte ich aber hier unterlassen.

Die Annahme ist also unstreitig richtig, daß eine Multiplikation der Chromosomenzahl bei der Mutation dann und wann stattfindet. GATES (1909, S. 544, 1911, S. 933 und 1913) war früher der Ansicht, daß die Verdoppelung der Chromosomenzahl in der ersten oder zweiten Teilung des befruchteten Eies geschieht. Aber in seinem "The mutation factor in evolution" (1915, S. 215-217) äußert er sich dahin, daß die tetraploide Mutante von *Oenothera* durch Vereinigung von zwei diploiden Gameten entsteht, während

die triploide Mutante der Vereinigung von einem haploiden und einem diploiden Gameten zuzuschreiben ist. Dies ist schon früher von DE VRIES (1912, S. 34-35) behauptet worden. TAHARA (1914-1915, S. 12) hat als die möglichen Wege, wodurch die Multiplikation erfolgt, die folgenden drei Fälle aufgestellt:

1. Durch das Zurückgehen der Teilungsvorgänge wird ein Kern rekonstruiert; die Chromosomenhälften sind dabei bereits längsgetreut.

2. Durch die von einer Scheidewandbildung unbegleitete mitotische Kernteilung entstehen zwei Kerne in einer Zelle, und nachher verschmelzen diese zwei Kerne.

3. Wiederholte Längsspaltung der Chromosomen (z. B. beim unteren Kerne in der Embryosackanlage von *Lilium*).

Unter diesen Möglichkeiten hat er besonders den dritten Fall, nämlich wiederholte Längsspaltung der Chromosomen in einer Kernteilung vor oder nach der Befruchtung als am möglichsten ausgewählt.

Kürzlich hat TISCHLER (1916, S. 226-227) in dieser Richtung die folgenden Möglichkeiten hervorgehoben.

1. Fälle die TAHARAs Möglichkeiten (1) und (2) gleich sind.

2. Die Reduktionsteilung findet nicht in den Gonotokonten statt (z. B. bei *Houttuynia cordata*¹⁾ und bei *Chondrilla juncea*²⁾).

3. Zwei Spermakerne dringen in eine Eizelle ein (dispermatische Befruchtung); hier entsteht eine Triploidie (z. B. bei *Gagea lutea*³⁾).

Gameten mit verdoppelter Chromosomenzahl sind bisher dann und wann beobachtet worden. Bei der berühmten mutierenden Pflanze *Oenothera Lamarckiana* hat zuerst GEERTS (1909)⁴⁾ eine Embryosackmutterzelle mit 28 (2x) Chromosomen ermittelt. Das Vorkommen der diploiden Gameten dieser Pflanze ist durch eine Entdeckung der Triploidie der Mutante *Semi-gigas* von STOMPS

1) SHIBATA und MIYAKE (1908).

2) ROSENBERG (1912).

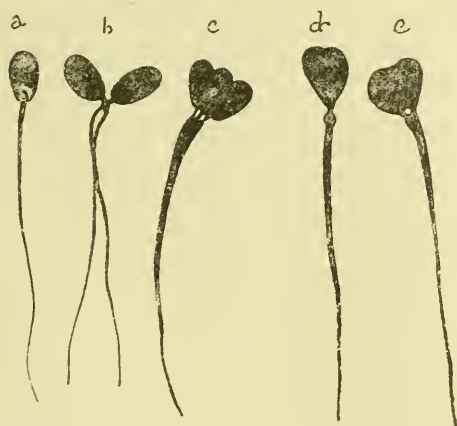
3) NĚMEC (1912). Auch M. ISHIKAWA (1918) hat eine ähnliche Befruchtung bei der Kreuzung von *Oenothera mutans* × *pycnocarpa* beobachtet.

4) Zit. nach GATES (1915, S. 216).

(1912) und LITZ (1912) möglich geworden, obwohl die triploiden Mutanten durch eine andere Ursache, d. h. durch die dispermatistische Befruchtung, wie bei *Gagea lutea* und bei der Kreuzung von *Oenothera mutans* × *pycnocarpa*, entstehen könnten. GATES (1915, S. 216-217, Fig. 73 f) hat in der homotypischen Telophase von schwedischer *gigas* einen Kern mit etwa 28 (2x) Chromosomen beobachtet, und er sagt: "It certainly increases the probability that diploid grains may occur in *Lamarckiana*". TAHARA (1910, Fig. 21) und ÔSAWA (1916, S. 232-233 und 277, Fig. 35) haben bei *Morus*-Arten zweikernige Embryosack-bezw. Pollenmutterzellen beobachtet. Auch bei *Vicia Faba* kommen die hyperchromosomigen, wahrscheinlich diploiden Pollenkörner nicht selten vor.

Auch im Tierreiche sind homologe Erscheinungen wahrzunehmen. Daß es atypische Spermatozoen, besonders Riesen-oder zwei-bezw. mehrköpfige Spermatozoen gibt, wurde von BALOWITZ (1895), BROMAN (1902a und 1902b), SCHÖNEBERG (1913) u. a. angegeben. BROMAN hat das Auftreten dieser Spermatozoen den atypischen Teilungsvorgängen in den Spermatocyten zugeschrieben. Was die Bedeutung der einfachen Riesenspermatozoen betrifft, so nimmt er (1902b, S. 517) an, daß sie zu einer gesteigerten Vererbung väterlicher Eigenschaften

führen müssen. G. SMITH (1912) hat in den hybriden Tauben konstatiert, daß die homöotypische Teilung sistiert und dadurch die Riesenspermatozoen entstehen. SALA (1895) und zur STRASSEN haben bei *Ascaris megalocephala bivalens* Doppeleier mit 4 Chromosomen gefunden. Nach diesen Autoren entstehen Doppeleier durch die Verschmelzung zweier Eier. Aus einer Untersuchung, die ich im Verein mit meinem Freund Dr. J. YAMANE gemacht habe, deren Resultate



Textfig. 24. a-e. Verschiedenartige Spermatozoen von *Lepus cuniculus* (DLX Komp. 12). a normal, b, zweiköpfig, zweischwänzig, c dreiköpfig, dickschwänzig, d und e, riesenköpfig, dickschwänzig.

aber noch nicht veröffentlicht worden sind, geht hervor, daß riesen—und mehrköpfige Spermatozoen auch bei Kaninchen beobachtet werden (Textfig. 24, a-e). Es scheint, daß sie ihre Existenz den Riesen-oder mehrkernigen Spermatiden oder hyperchromosomigen Spermatocyten, die durch die abnorme meiotische oder prämeiotische Teilung entstanden sind, verdanken.

Das Verhalten der Chromosomen dieser riesen-oder mehrköpfigen Spermatozoen nach der Befruchtung ist anders als im Pflanzenreiche, deshalb möchte ich nicht darauf näher eingehen.

Ich weiß heute nicht, wie weit künstlich modifizierte Pollenkörner mit vermehrter Chromosomenzahl sich entwickeln können, und ob sie zur Befruchtung brauchbar gemacht werden können. Aber die Versuchsergebnisse von NĚMEC (1910) sowie die der vorliegenden Arbeit zeigen, daß die Schaffung solcher Riesenpollenkörner durch abnorme Teilungsvorgänge der Gonotokonten nicht unmöglich ist. Bei der Erzeugung der Pollenkörner mit abweichender Chromosomenzahl in den sterilen oder künstlich behandelten Pflanzen, wirken die Faktoren, die die Teilungsanomalien verursachen, zu stark auf das Protoplasma ein und rufen endlich Plasmaschwäche hervor. Dagegen wird das Protoplasma bei den natürlich relativ selten erzeugten Riesenpollenkörnern mäßig beeinflußt und die Wiederherstellung der normalen Lebenstätigkeiten wird dabei leichter erreicht. Obwohl ich noch nicht geprüft habe, ob die natürlich vorkommenden reifen Pollenkörner von *Vicia Faba* auskeimen können, scheint dies mir möglich zu sein, da die morphologischen Eigenschaften des Protoplasmas dieser Pollenkörner ebenso normal sind wie diejenigen der gewöhnlichen Pollenkörner. Es ist leicht möglich, daß taugliche Pollenkörner mit $2x$ -oder mehr x -ploid Chromosomenzahl durch solche abnorme Teilungsvorgänge in den Pollenmutterzellen oder Urmutterzellen, wie es in den Versuchen mit somatischen Zellen sowie Gonotokonten konstatiert worden ist, in der Natur entstehen, und daß sie selbst durch künstliche Behandlung erzeugt werden können, wenn man nur das Experiment sorgfältig ausführt.

Bei der Konjugation einer diploiden Gamete mit einer haploiden entsteht ein neues triploides Individuum und bei der Konju-

gation von zwei diploiden Gameten zusammen ein neues tetraploides. Daher kann man im ersten Falle das Auftreten der Triploidie der Chromosomenzahl im neuen Individuum in gleicher Weise auffassen, wie bei einer Bastardierung zwischen zwei Individuen, deren Chromosomenzahl sich unterscheidet. Nach ÔSAWA (1916, S. 276–277) ist die Entstehung der Triploidie einiger *Morus*—Arten dieser Erscheinung zuzuschreiben. Die Verdoppelung der Chromosomenzahl nach der Befruchtung und die dispermatISChe Befruchtung¹⁾ muß als gleichwertig in Betracht gezogen werden.

Es erhebt sich dann die Frage, warum die Multiplikation der Chromosomenzahl bei der Mutation so oft stattfindet.

TAHARA (1914–1915, S. 12–14), der bei der Verdoppelung der Chromosomenzahl die wiederholte Längsspaltung der Chromosomen annimmt, hat das Hauptgewicht auf die lebhaftc Wachstumstätigkeit der Chromosomen gelegt. Dies wäre möglich, aber ein solcher Fall ist bisher nur in den unteren Kernen der Embryosackanlagen von *Lilium* angetroffen worden. Es scheint mir, daß diese wiederholte Längsspaltung gerade in der Interkinese, deren Verhältnisse in anderen Zellen nicht beobachtet werden, stattfinden kann, und daß, wenn in den anderen Zellen die Chromosomen lebhaftc Wachstumstätigkeit besitzen, die Kerne sich nur karyokinetisch normal teilen. Es wäre noch zu früh, diese Erscheinung der wiederholten Längsspaltung der Chromosomen bei der Erklärung der Multiplikation der Chromosomenzahl zu verallgemeinern. Die Gültigkeit dieser Auffassung muß erst nach weiteren Untersuchungen, besonders über die Interkinese, entschieden werden.

Die Verdoppelung der Chromosomenzahl durch verschiedenartige Teilungsabnormitäten²⁾ muß hier als am möglichsten betrachtet werden. Diese Abnormitäten sind fast immer abhängig von der Schwäche der Plasmataktivität. Es ist äußerst wahrscheinlich daß bei den mutierenden und den hybriden Pflanzen das Pro-

1) ZUR STRASSEN (1898) hat angegeben, daß die Doppeleier von *Ascaris megalocephala bivulens* von zwei Samenelementen befruchtet werden, und daß in deren Kernen bei der Mitose 8 Chromosomen gezählt werden.

2) Siehe Zusammenfassung der Entstehungsvorgänge der Riesenzellen und Riesenkerne (S. 55).

toplasma der Gonotokonten oder der befruchteten Eizelle aus innerer oder äußerer Ursache mehr oder weniger stark beeinflusst wird, und daß dies die Teilungsabnormitäten hervorruft, um die Gameten oder Proembryonen mit verdoppelter Chromosomenzahl zu erzeugen. Besonders wenn man bei der Mutation einige äußere Faktoren und bei der Hybridation die häufig stattfindenden abnormen Teilungstätigkeiten der Gonotokonten in Betracht zieht, erscheint dies viel wahrscheinlicher. In meinen Versuchen habe ich konstatiert, daß die Teilungsabnormitäten, welche die Verdoppelung der Chromosomenzahl hervorrufen, durch verschiedenartige äußere Faktoren verursacht werden. Unter diesen dürften die Einwirkung der Wärme und der Plasmolyse auch in der Natur als die wahrscheinlichsten angenommen werden. Vielleicht können diese Faktoren zu gleicher Zeit auch die Eigenschaften der Erbsubstanzen verändern. Innere oder äußere Faktoren können auf das Protoplasma einwirken und die Eigenschaften der Erbsubstanzen manchmal verändern. Die Verdoppelung der Chromosomenzahl kann nur eine Begleiterscheinung sein, die durch dieselben Faktoren gleichzeitig und nur beiläufig hervorgerufen wird. Aber auch der Fall ist nicht ausgeschlossen, wo die Chromosomenzahl durch diese Faktoren verdoppelt wird, ohne daß die Eigenschaften der Erbsubstanzen eine Veränderung erfahren. Die Veränderung der Eigenschaften der Erbsubstanzen hat nicht immer die Veränderung der Chromosomenzahl im Gefolge, oder die letztere braucht nicht immer mit der ersteren zusammen stattzufinden. Durch diese Annahme kann man die Erscheinung leicht erklären, daß die tetraploiden Organismen sich von den diploiden morphologisch nicht unterscheiden (z. B. *Ascaris megalocephala univalens* und *bivalens*), und daß die Mutanten auch die gleiche Chromosomenzahl besitzen, wie die mutierenden (z. B. *Oenothera*-Mutanten).

Gestützt auf meine eigenen Versuchsergebnisse und die Ansichten der vorhergehenden Autoren fasse ich die Möglichkeiten der Verdoppelung der Chromosomenzahl in den neu entstandenen

Organismen, wie folgt, kurz zusammen.¹⁾

I. Vor der Befruchtung.

- a) Durch die früher erwähnten Teilungsabnormitäten in den Urmutterzellen oder in den Gonotokonten entstehen die diploiden Gameten.
- b) Durch die ungewöhnlichen Zustände in der Interkinese spalten sich die Chromosomen wiederholt längsweise, und dies gibt so Anlaß zur Entstehung von diploiden Gameten.

II. Dispermatische Befruchtung.

- III. Nach der Befruchtung. Durch die früher erwähnten Teilungsabnormitäten in befruchteten Eiern entstehen die tetraploiden Proembryonen.

Daß die vermehrte Chromosomenzahl nicht wieder auf die frühere herabgesetzt wird, kann nicht mehr bezweifelt werden²⁾. Bei den triploiden Mutanten oder bei einigen Hybriden finden aber die Abnormitäten in der meiotischen Teilung statt und es werden sterile Pollenkörner erzeugt; deshalb kommen die Nachkommen mit derselben Chromosomenzahl nicht mehr zum Vorschein. Triploide annuelle Pflanzen sind bisher kaum in der Natur gefunden worden, dagegen kann man oft triploide perennierende Pflanzen oder solche, die sich vegetativ vermehren, antreffen (z. B. bei *Morus*-Arten).

2. Nicht x-ploide Beziehung.

Daß nicht x-ploide Beziehungen unter den naheverwandten Arten ebenso häufig vorkommen, wie die x-ploiden, ist eine bekannte Tatsache. Eine Möglichkeit, wodurch diese Beziehung

1) Die Verdoppelung der Zahl durch Querteilung der Chromosomen wird später erwähnt. Wenn es merkwürdige z. B. eingeschnürte Chromosomen gibt, so ist es leicht zu entscheiden, ob die Verdoppelung der Chromosomenzahl durch Längsspaltung oder Querteilung entstanden ist. Im ersten Falle treten vier der eingeschnürten homologen Chromosomen in der tetraploiden Pflanze und drei in der triploiden auf. Bei *Vicia unijuga* und bei den triploiden *Morus*-Arten kann dies schön nachgewiesen werden.

2) Siehe Frage nach der Reduktionsteilung in den chloralisierten somatischen Zellen und Individualität der Chromosomen.

hervorgerufen wird, ist, daß bei der unregelmäßigen meiotischen Verteilung der Chromosomen die beiden Homologen der Gemini in eine und dieselbe Geschlechtszelle eintreten. Vereinigt sich eine solche überflüssige Chromosomen beherbergende Geschlechtszelle mit einer ebensolchen oder normalen, dann entsteht ein Individuum mit abweichender Chromosomenzahl. Eine solche übermäßige Vermehrung der Chromosomenzahl haben GATES und THOMAS (1914) bei der Entstehung von *Oenothera lala* und *semilata* und E. C. WILSON (1909) bei *Metapodius*-Arten konstatiert. Auch M. ISHIKAWA (1916, S. 423, Fig. 5a und b) hat kürzlich bekannt gegeben, daß in der Anaphase der heterotypischen Teilung einer Pollenmutterzelle von *Adonis dahurica* 13 Chromosomen einen Pol erreichen, während im andern Pol 11 Chromosomen gefunden werden. Nach ihm ist dies der Wanderung der beiden homologen Chromosomen nach demselben Pol zuzuschreiben. Die ungleichmäßige Verteilung der Chromosomen in der hetero-oder homöotypischen Teilung findet auch in unserem Versuche mit Pollenmutterzellen statt, und ich glaube, daß sie auch durch die Störung der Teilungstätigkeiten des extranuklearen Protoplasmas verursacht wird. Der schon bei der x-ploiden Beziehung erwähnte Zusammenhang zwischen der Veränderung der Chromosomenzahl und der Mutation behält auch hier seine Geltung. Wenn die inneren oder äußeren Faktoren die Veränderung der Eigenschaften der Erbsubstanzen nicht hervorrufen, so kann eine derartige Verdoppelung einiger Chromosomen dem neuen Individuum keine neuen Eigenschaften geben. WILSON (1909) hat dies bei *Metapodius* schon früher konstatiert.

Die andere Möglichkeit, die die nicht x-ploide Veränderung der Chromosomenzahl verursacht, ist in der Querteilung der Chromosomen zu suchen.

STRASBURGER (1900, 1905 und 1907a) hat in der meiotischen Teilung von *Hosta* (*Funkia*) verschieden große Chromosomen beobachtet und bemerkt, daß die kleineren Chromosomen durch die Querteilung der größeren erzeugt werden. MIYAKE (1905) und SYKES (1908) haben dieselben Verhältnisse der Chromosomen bei dieser Pflanze beobachtet und dieselbe Ansicht geäußert. Weiter

hat STRASBURGER (1910, S. 436) seine Ansicht auch bei anderen Pflanzen, deren Chromosomen ungleich groß sind, z. B. bei *Yucca* und *Galtonia* verallgemeinert und sich auf die Beobachtung von von ROTH (1907) gestützt, daß die verdoppelte Chromosomenzahl von *Rumex acetosella* durch die Querteilung der Chromosomen von *Rumex acetosa* entsteht. Wenn die kleineren Chromosomen durch Querteilung aus den größeren erzeugt werden, muß diese Teilung nach ihm (1910, S. 436–437), immer erblich fixiert sein. Er hat dabei auch die Ansicht ausgedrückt, daß die Querteilung fast immer in den großen Chromosomen stattfindet, was für die Anordnung der Chromosomen auf der Kernplatte und für die Teilungsvorgänge zweckmäßig ist. Falls verschiedene Größe der Chromosomen in einer Kernplatte beobachtet wird, so bedeutet dies, daß die erblich fixierte Querteilung im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung bei einigen Chromosomen stattfand, und bei anderen nicht. Die gleichmäßige Größe der Chromosomenkonstellation wäre primär und die ungleichmäßige als sekundär zu betrachten.

KUWADA (1915) hat folgende interessante Tatsache mitgeteilt. Er sagt, daß die Chromosomenzahl von *Zea Mays* durch die Querteilung vermehrt wird. Die primäre Chromosomenzahl von *Zea Mays* beträgt 20 bzw. 10. „Die Zahl der Gemini in den Pollenmutterzellen beträgt 10 bei den Stärkermais-Rassen, und 12 bei den Zuckermais-Rassen. Die letztere schwankt aber bei ein und demselben Individuum innerhalb gewisser Grenzen“ (S. 83). „Die Zahl der Chromosomen in den Wurzelspitzen beträgt immer 20 bei den Stärkermais-Rassen. Sie ist aber bei den Zuckermais-Rassen bei den verschiedenen Individuen verschieden. Sie beträgt bald 20, 21, bald 22, 24. Sie ist jedoch in ein und demselben Individuum gewissermaßen konstant“ (S. 84). Was die Herkunft dieser vermehrten Chromosomen betrifft, sagt er: „Wenn man annimmt, daß die Erscheinung der Querteilung der Chromosomen bei der Geschlechtszellenbildung oder sogleich nach der Befruchtung stattfindet, wobei die morphologischen Eigentümlichkeiten der querteilten Chromosomen erblich fixiert werden, so könnten die individuellen Variationen der Chromosomenzahl bei *Zea Mays* leicht

erklärt werden" (1915b, S. 172).¹⁾ Gestützt auf die Beobachtungen des Verhaltens der Chromosomen in den Bastardformen zwischen Stärkemais- und Zuckermais-Rassen, ferner die Zahlenverhältnisse und die Querteilung einiger diakinetischer Gemini dieser Bastarde, kam er endlich zum Schluß, daß die nicht x-ploide Vermehrung der Chromosomenzahl bei *Zea Mays* der Querteilung bestimmter Chromosomen zuzuschreiben ist (1915b, S. 87-88).

Andererseits wurde auch eine zweite Möglichkeit von einigen Autoren zugegeben. ROSENBERG (1907, S. 72) hat darauf hingewiesen, daß bei *Crepis virens* ein großer Geminus durch die Endenverklebung zweier Gemini entstanden ist. STRASBURGER (1910, S. 438) ist der Ansicht, daß auch der Fall nicht ausgeschlossen ist, wo die Quertrennung der heterotypischen Chromosomen nicht vollzogen wird, und daß die Verklebung erblich fixiert wird, wodurch die Verminderung der Chromosomenzahl im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung der Kormophyten mit solcher Endenverklebung in inniger Beziehung stehen könnte. SHARP (1914, S. 531), der 12 Chromosomen in den somatischen Zellen festgestellt hat, meint, daß die zwei langen Chromosomen von *Vicia Faba* durch die Endenverklebung der zwei gewöhnlichen Chromosomen entstanden seien. Deshalb scheint er zur Auffassung zu neigen, daß 14 die primäre Anzahl sei.

Vor etwa drei Jahren, als ich die Einschnürung der Chromosomen bei *Vicia Faba* bewies, kam ich auf den Gedanken, daß die Einschnürung mit der nicht x-ploiden Veränderung der Chromosomenzahl in enger Beziehung stehen dürfte. Diese Annahme ist durch meine nachherigen Untersuchungen mit verschiedenen *Vicia*-Arten und ihren naheverwandten Gattungen, d. h. in *Viceae* wahrscheinlicher geworden, wo die Chromosomenzahlen 12 und 14 sich überall finden und die Chromosomen die Einschnürung mehr oder weniger deutlich zeigen.

Es läßt sich nicht leicht entscheiden, wie die Einschnürung phylogenetisch entstanden ist. Doch gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Die langen Chromosomen ohne Einschnürung sind pri-

1) Von mir aus dem Japanischen übersetzt.

mär. Die Einschnürung ist unter bestimmten Umständen entstanden.

2. Die kleinen Chromosomen sind primär und durch die Endenverklebung dieser Chromosomen, vielleicht in der meiotischen Prophase, ist das lange Chromosom mit der Einschnürung entstanden.

Wenn die erste Möglichkeit wahrscheinlich wäre, so besäße die Einschnürung bei der nicht x-ploiden Vermehrung der Chromosomenzahl eine große Bedeutung, da man die Einschnürung als die Vorbereitung zur Querteilung betrachten kann.

Aus meinen Untersuchungen geht hervor, daß die Einschnürung der Chromosomen eine im Pflanzen- und Tierreiche sehr verbreitete Erscheinung ist, und daß selbst die gewöhnlich schwer sichtbare Einschnürung durch äußere Eingriffe leicht sichtbar gemacht werden kann. Der Einschnürungspunkt stimmt immer mit der Insertionstelle der Zugfasern überein.

Wenn die eingeschnürten Chromosomen durch die Endenverklebung von zwei oder drei Chromosomen entstanden wären, so müßten die meisten Chromosomen, die heute beobachtet werden, im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung diese Vorgänge durchgemacht haben, da sie mehr oder weniger stark eingeschnürt sind. Dies scheint mir sehr unwahrscheinlich, da es fraglich ist, daß so viele Gelegenheiten vorhanden sind, wo die Endenverklebung stattfinden könnte. Wenn diese Annahme richtig wäre, so müßte es auch heute zahlreiche Organismen geben, welche einige äußerst kleine Chromosomen besitzen, da viele Chromosomen sich sehr nahe am Ende einschnüren und derartige Chromosomen viel gebildet werden müßten. Wenige Fälle (z. B. *Hosta*) ausgenommen, sind aber solche Kernplatten nicht beobachtet worden. Diese Schwierigkeiten bei der zweiten Möglichkeit können aber nicht leicht widerlegt werden.

Nun möchte ich die erste Möglichkeit annehmen. Es ist unwahrscheinlich, daß die Chromosomen sich aktiv einschnüren ohne irgend eine äußere Einwirkung. Diese Tatsache, worauf wir die Aufmerksamkeit hier richten müssen, ist, daß die Einschnürungsstelle fast immer mit der Ansatzstelle der Zugfasern

übereinstimmt. Man ist berechtigt anzunehmen, daß die Chromosomen, die in einem zähen gelatinösen Aggregatzustand sind, an diesem Angriffspunkt der Tension eine Gestaltabänderung erfahren. Die perlschnurartige Struktur macht diese Ansicht sehr wahrscheinlich. CAROTHERS (1917) sagt mit Recht: „there is some ground for associating the formation of vesicles with a shifting of the point of fiber attachment and also with a weakening of the chromosome at that point. „It is conceivable that this weakness might result merely in a constriction such as marks certain homologues” (S. 484–485). Die „pointes de moindre résistance” von Janssens (1909, S. 398) entsprechen dieser Insertionsstelle. Ich kann aber nicht die Ansicht von AGAR (1912, S. 293) teilen, daß die unmittelbare Ursache der Querteilung der physikalischen Tendenz des Chromatins zuzuschreiben sei, von der Mitte der Chromosomen abzufließen, um sich an den Enden zu sammeln. Eine derartige Ansammlung des Chromatins an den Enden der Chromosomen wird nicht immer beobachtet.¹⁾

Die m-Einschnürung der M-Chromosomen von *Vicia Faba* entsteht in dieser Weise durch wiederholte Zugwirkung der Zugfasern. Aber die e-Einschnürung der M-Chromosomen oder die Endeneinschnürung der Chromosomen anderer Pflanzen z. B. bei *Pisum sativum* und *Pratensis* erfordert eine andere Erklärung, da die Zugfasern hier nicht anhaften.

Als ich zahlreiche Präparate verschiedener Pflanzen und die von einigen Autoren gegebenen Figuren durchsah, kam ich auf die Vermutung, daß die Endeneinschnürung, die mit dem Insertionspunkte der Zugfasern nichts zu tun hat, meistens in den Chromosomen von langem Typus auftritt. Die metakinetischen Teilungs-

1) Es gibt verschiedene Typen der Einschnürung der Chromosomen.

1. Die gewöhnlich schwer sichtbare Einschnürung.
2. *Oenothera*—Typus (Die Querlichtlinie).
3. *Drosophila*—Typus (Die starke Anhäufung des Chromatins an den Enden der Chromosomen. Dann und wann sanduhrförmig).
4. *Vicia*—Typus (Die typische Einschnürung. Bei der stärksten Einschnürung treten die Trabanten auf).

Bei der Chloralisierung der Wurzelspitzen von *Zea Mays* kommt anfangs der *Drosophila*- und dann der *Vicia*-Typus zum Vorschein.

mechanismen der langen Chromosomen in der heterotypischen Teilung sind sehr kompliziert, und diese Phase kann diesen Chromosomen Gelegenheit geben, sich einzuschnüren.¹⁾

Wie früher erwähnt, erfahren die heterotypischen Chromosomen bei *Vicia Faba* in der Metakinese verschiedene Gestaltsabänderungen. Außer der Verlängerung der Chromosomenschenkel muß insbesondere die Gestaltsabänderung an den Umbiegungsstellen hier erwähnt werden. Sie findet zwischen dem noch festhaftenden (Textfig. 1, III a, IVa und Va) und dem schon abgetrennten Teil (Textfig. 1, III b, IVb und Vb) der verschiedenen Chromosomenschenkel der verdoppelten V-förmigen M-Chromosomen statt. In der Anaphase kommt diejenige des M-Chromosoms als e-Einschnürung zum Vorschein. Diese mechanischen Wirkungen werden in jeder Generation wiederholt und die Chromosomen weisen die konstante Einschnürung in sich auf. Wenn die Zugwirkung nicht so stark ist oder die Trennungsvorgänge nicht so konstant stattfinden, so erfahren die Chromosomen nur die gewöhnlich schwer sichtbare Einschnürung oder sie weisen den Lebenskreislauf hindurch kein Anzeichen der konstanten Einschnürung auf.

Es ist sehr wünschenswert, daß eine Untersuchung angestellt wird, die bezweckt, diese Teilungsmechanismen und die Gestaltsabänderung der metakinetischen Chromosomen in der heterotypischen Teilung mit der Entstehung der Einschnürung in Verbindung zu bringen. Zu diesem Zwecke empfehle ich als die geeignetsten Objekte lange Chromosomen, wie von *Lilium*.

Nun ist es wohl möglich, daß die M-Chromosomen durch die stärkere Tension an den Einschnürungsstellen in zwei oder drei Stücke geteilt werden, und daß die nicht x-ploide Veränderung der Chromosomenzahl dadurch entsteht. In *Viceae* sind hauptsächlich die Chromosomenzahlen 12 und 14 verbreitet. Die ungleichmäßige Größe der Chromosomen, die bei *Hosta*, *Yucca*, *Zea Mays* u. a. vorkommt, stellt das Resultat dar, das die Chromosomen im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung durch diese

1) Sie spielen auch bei der Entstehung der Einschnürung am Insertionspunkte eine große Rolle.

Gestaltsabänderung (Einschnürung) erreicht haben. Diese Annahme ist um so wahrscheinlicher, als die großen Chromosomen von *Zea Mays*, deren Querteilung die nicht x-ploide Veränderung der Chromosomenzahl verursacht,¹⁾ tatsächlich fast in der Mitte latent eingeschnürt sind. Auch METZ (1914) hat bei *Drosophila*—Arten die Vermehrung der Chromosomenzahl durch die Querteilung der eingeschnürten Chromosomen bestätigt.²⁾

DELAUNAY (1915) hat bei den vergleichenden cytologischen Untersuchungen der *Muscari*-Arten eine interessante Tatsache gefunden. Im phylogenetischen Entwicklungsverlaufe findet die Einschnürung immer aufs Neue in bestimmten Chromosomen statt. Die durch starke Einschnürung entstandenen Detachments verschwinden nach und nach, was die Verkürzung der Chromosomen verursacht. Mit dieser Reduktion des Chromatins geht die Zahlenverminderung der fruchtbaren Blumen parallel, sodaß *M. monstrosum*, das die kürzesten Chromosomen besitzt, keine fruchtbare Blume besitzt. Wenn diese Reduktion des Chromatins eine im Pflanzen- und Tierreiche verbreitete Erscheinung ist, so ist es auch möglich, daß die kleinen abgelösten Teile der Detachments der Chromosomen nicht mehr als selbständige Elemente am Leben bleiben können, und daß nur die verhältnismäßig großen von den Stammchromosomen abgetrennten Teile oder die unabhängigen Quershälften der Chromosomen überleben können, wobei die Chromosomenzahl vermehrt wird.

Hier beschränke ich mich nur auf die Vermehrungserscheinungen der Chromosomenzahl. Auf die Frage, ob die Mutanten mit verminderter Chromosomenzahl durch die Vereinigung der hypochromosomigen Gameten und durch die Endenverschmelzung der Chromosomen entstehen können, möchte ich nicht eingehen. Es sei nur bemerkt, daß diese Möglichkeiten sehr unwahrscheinlich sind.

1) Siehe KUWADA (1915).

2) Es wäre nicht unmöglich, daß die Einschnürung auch mit der von MORGAN und seinen Schülern (1916) hervorgehobenen Erscheinung „crossing over“ in enger Beziehung steht.

VII. Zusammenfassung.

1. Die Chromosomenzahl von *Vicia Faba* beträgt 12 bzw. 6. Zwei homologe Chromosomen sind besonders lang und schnüren sich am Ende und in der Mitte ein.

2. Diese Einschnürung ist eine im Pflanzen- und Tierreiche allgemein verbreitete und erblich fixierte Erscheinung. Sie dient als ein schönes morphologisches Merkmal der Chromosomen. Der Einschnürungspunkt stimmt meistens mit der Insertionsstelle der Zugfasern überein.

3. Die gewöhnlich schwer sichtbare Einschnürung kann durch äußere Eingriffe ermittelt werden.

4. Die konstante Einschnürung oder ihre Anlage wird den ganzen Lebenskreislauf hindurch in den bestimmten Chromosomen konstatiert.

5. Durch verschiedene chemische, physikalische oder parasitische Faktoren werden verschiedene Teilungsanomalien hervorgerufen, und dadurch entstehen didiploide, hyper- oder hypochromosomige Kerne und zwei- oder mehrkernige Zellen.

6. Es gibt keine sogen. autoregulative Reduktion der Chromosomenzahl in den somatischen hyperchromosomigen Zellen.

7. Die Tetradenform der Chromosomen, die sowohl in den künstlich behandelten als auch in den natürlichen Zellen auftritt, deutet keine Reduktion der Chromosomenzahl an, sondern sie ist nichts anderes als die modifizierte Form der eigentlichen eingeschnürten Chromosomen.

8. Die homologen Chromosomen können in den somatischen Zellen sich spalten, ohne Zahlenreduktion zu erfahren.

9. Bei den höheren Organismen bedeutet die Amitose nur eine nekrotische Fragmentierung, nicht aber die Fortpflanzung des Kernes. Die meisten bekannten Fälle der Amitose stellen somit Bilder dar, die durch abnorme mitotische Teilungserscheinungen entstanden sind.

10. Die Störungs- oder Hemmungswirkung auf die mitotischen Vorgänge ist um so stärker und die Nachwirkung um so länger,

ger, je stärker die Intensität der äußeren Reize (Chloralisierung usw.) ist oder je länger deren Wirkung dauert.

11. Die einmal hervorgerufenen Teilungsabnormitäten halten bei niedriger Temperatur lange an, während bei höheren Graden die abnormen Figuren das Bestreben zeigen, in das Ruhestadium einzutreten.

12. Durch Behandlung der Gonotokonten mit äußeren Reizen ist es nicht unmöglich, junge Pollenkörner mit abweichender Chromosomenzahl zu schaffen. Aber es ist mir nicht gelungen, diese Pollenkörner bei weiterem gesunden Wachstum zu erhalten.

13. Die Teilungsabnormitäten in den Gonotokonten der hybriden, mutierenden und parthenogenetischen Organismen sind, anstatt den Eigentümlichkeiten der Chromosomen, meistens der Ungewöhnlichkeit der extranuklearen Plasmataktivität oder geringen Störungs- oder Hemmungswirkungen der äußeren Faktoren zuzuschreiben.

14. Die Form und Größe der Chromosomen ist abhängig von den Zellarten, den Teilungsphasen und besonders den Lebensbedingungen des Protoplasmas. Aber ihre Anlagen, die auf diese Umstände immer reagieren können, bleiben den Lebenskreislauf hindurch konstant erhalten.

15. Unter ungünstigen Umständen verkürzen und verdicken sich die Chromosomen, und dabei wird die gewöhnlich schwer sichtbare konstante Einschnürung sichtbar. Die somatischen Vierergruppen kommen in solcher Weise zum Vorschein.

16. Die Möglichkeit, daß die Quertetraden (*tétrades-bâtonnets*) in der Meiosis durch Parallelkonjugation der eingeschnürten homologen Chromosomen entstehen, hat viel für sich. Die meisten von den angegebenen Quertetraden, welche sich bei der Reifungsteilung nie quer teilen, müssen dadurch gebildet werden.

17. Die verschiedenen Chromosomenzahlen, welche bei einer Art oder in einem Individuum festgestellt werden, stehen mit der Einschnürung der Chromosomen, den Teilungsabnormitäten der Vorfahren der betreffenden Zellen und den abweichenden Varietäten oder Individuen in inniger Beziehung.

18. BOVERIS Gesetz der Zahlenkonstanz der Chromosomen behält auch heute wohl noch seine Geltung. Die Individualitätshypothese der Chromosomen wurde in der vorliegenden Arbeit bestätigt.

19. Die x-ploide Beziehung der Chromosomenzahl wird auch unter den naheverwandten *Triticum*-Arten konstatiert, und zwar stimmt sie mit dem Stammbaum von *Eutriticum* überein, den SCHULZ aufgestellt hat.

20. Die Ursache, die die x-ploide und teils nicht x-ploide Veränderung der Chromosomenzahl bei der Mutation hervorruft, liegt vielmehr in den ungewöhnlichen Zuständen des extranuklearen Plasmas der Gonotokonten oder befruchteten Eizellen.

21. Die x-ploide und teils nicht x-ploide Veränderung der Chromosomenzahl bei der Mutation kann nur eine Begleiterscheinung sein, die durch dieselben innern oder äußern Faktoren hervorgerufen wird, die auf das Protoplasma einwirken und die Eigenschaften der Erbsubstanzen bisweilen verändern.

22. Die Veränderung der Erbsubstanzen geht nicht immer mit der Veränderung der Chromosomenzahl einher, oder die letztere braucht nicht immer mit der ersteren zusammen stattzufinden. Die Einschnürung der Chromosomen entsteht durch die Zugwirkung der Zugfasern. Die erblich fixierte Querteilung der Chromosomen an der Einschnürungsstelle verursacht die meisten Fälle der nicht x-ploiden Vermehrung der Chromosomenzahl.

VIII. Literatur-Verzeichnis.

- AGAR, W. E. (1912). Transverse segmentation and internal differentiation of chromosomes. Quart. Journ. of Micros. Scien. vol. 38.
- ATKINSON, G. F. (1899). Studies on reduction in plants. Bot. Gaz. vol. 28.
- BALLOWITZ, E. (1895). Die Doppelspermatozoa der Dytisciden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 60.
- BALLY, W. (1912). Chromosomenzahlen bei *Triticum*-und *Aegilops* arten Ein cytologischer Beitrag zum Weizenproblem. Ber. d. D. Bot. Gesellsch. Bd. 30.
- BALTZER, F. (1909). Die Chromosomen von *Strongylocentrotus lividus* und *Echinus microtuberculatus*. Arch. f. Zellforsch. Bd. 2.
- BALTZER, F. (1910). Über die Beziehung zwischen dem Chromatin und der Entwicklung und Vererbungsrichtung bei Echinodermenbastarden. Arch. f. Zellforsch. Bd. 5.
- BASHFORD and MURRAY (1904). Conjugation of resting nuclei in one epithelioma of the mouse. Proc. Roy. Soc. vol. 73. Zit. nach DETON (1911).
- BERTHOLD, A. (1886). Studien zur Protoplasma-mechanik.
- BONNET, J. (1912). Recherches sur l'évolution des cellules-nourricières du pollen chez les Angiospermes. Arch. f. Zellforsch. Bd. 7.
- BONNEVIE, K. (1908). Chromosomenstudien I. Arch. f. Zellforsch. Bd. 1.
- BOVERI, MARCELLA (1903). Über Mitosen bei einseitiger Chromosomenbildung. Jena-isch. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 37.
- BOVERI, TH. (1888). Zellstudien, II. Heft. Zit. nach LUNDEGÅRDH (1912b).
- BOVERI, TH. (1904). Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkernes. Jena.
- BROMAN, T. (1902a). Über Bau und Entwicklung von physiologisch vorkommenden atypischen Spermien. Anat. Hefte. Bd. 18.
- BROMAN, T. (1902b). Über atypische Spermien (speziell beim Menschen und ihre mögliche Bedeutung). Anat. Anz. Bd. 21.
- BROWNE, E. N. (1913). A study of the germ cells in *Notonecta*. Journ. of Exper. Zool. vol. 14.
- BROWNE, E. N. (1916). A comparative study of the chromosomes of six species of *Notonecta*. Journ. of Morphol. vol. 27.
- BUCHNER, P. (1909). Das accessorische Chromosom in Spermatogenese und Oogenese der Orthopteren, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Reduktion. Arch. f. Zellforsch. Bd. 3.
- CALKINS, G. N. (1897). Chromatin-reduction and tetrad-formation in Pteridophytes. Bull. Torrey Bot. Club. vol. 25.
- CANNON, W. A. (1903). Studies in plant hybrids. The spermatogenesis of hybrid peas. Bull. Torrey Bot. Club. vol. 30.
- CAROTHERS, E. E. (1917). The segregation and recombination of homologous chromo-

- somes as found in two genera of Acrididae (Orthoptera). Journ. of Morphol. vol. 28.
- CZAPEK, F. (1913). Biochemie der Pflanzen. Jena.
- DELAUNAY, L. (1915). Etude comparée caryologique de quelques espèces du genre *Muscari* Mill. (Communication préliminaire) (Russisch). Mémoire de la Société des Naturalistes de Kiew. v. 25.
- DEMOOR, J. (1894). Contribut. à l'étude de la physiologie de la cellule. Archiv de Biol. T. 13.
- DETON, W. (1914). Contribution à l'étude cytologique du cancer. La Cellule. T 27.
- DIGBY, L. (1912). The cytology of *Primula kewensis* and of other related *Primula* hybrids. Ann. of Bot. vol. 26.
- DUESBERG, J. (1906). Sur le nombre des chromosomes chez l'Homme. Anat. Anz. Bd. 14.
- FARMER, J. B., MOORE, J. E. S. and WALKER, C. E. (1903). On the resemblances exhibited between the cells of malignant growths in man and these of normal reproductive tissues. Proc. Roy. Soc. vol. 72. Über die Ähnlichkeiten zwischen den Zellen maligner Neubildung beim Menschen und denen normaler Fortpflanzungsgewebe (übersetzt von K. GOEBEL). Biol. Centralbl. Bd. 24.
- FARMER, J. B., MOORE, J. E. S. and WALKER, C. E. (1906). On the cytology of malignant growths. Proc. Roy. Soc. vol. 77.
- FLEMMING, W. (1882). Zellsubstanz, Kern- und Zellteilung, Leipzig. Zit. nach LUNDGARDH (1912b).
- FLEMMING, W. (1898). Über die Chromosomenzahl beim Menschen. Anat. Anz. Bd. 14.
- FOOT, K. and STROBEL, E. C. (1912). Amitosis in the ovary of *Protenor belfragei* and a study of the chromatin nucleolus. Arch. f. Zellforsch. Bd. 7.
- FRASER, H. C. I. (1914). The behaviour of chromatin in the meiotic divisions of *Vicia Faba*. Ann. of Bot. vol. 28.
- FRASER, H. C. I. and SNELL, F. (1911). The vegetative divisions in *Vicia Faba*. Ann. of Bot. vol. 25.
- GALEOTTI, G. (1893). Über experimentelle Erzeugung von Unregelmäßigkeiten des karyokinetischen Prozesses. Beitr. z. path. Anat. u. allg. Path. Bd. 14.
- GATES, R. R. (1911). Mutation in *Oenothera*. Amer. Nat. vol. 45.
- GATES, R. R. (1912). Somatic mitosis in *Oenothera*. Ann. of Bot. vol. 26.
- GATES, R. R. (1913). Tetraploid mutants and chromosome mechanism. Biol. Centralbl. Bd. 33.
- GATES, R. R. (1915). The mutation factor in evolution with particular reference to *Oenothera*. London.
- GATES, R. R. and THOMAS, N. (1914). A cytological study of *Oenothera* mut. *lata* and *Oe. mut. semilata* in relation to mutation. Quart. Journ. of Micros. Scien. vol. 59.
- GERASSIMOW, J. J. (1892). Die kernlosen Zellen der Conjugaten. Bull. de la Société imper. des Nat. Moscou.

- GOLDSCHMIDT, R. (1905). Eireifung, Befruchtung, und Embryonalentwicklung des *Zoogonus mirus* LSS. Zool. Jahrb. Bd. 21.
- GOLDSCHMIDT, R. (1908). Die Chromatinreifung der Geschlechtszellen des *Zoogonus mirus* LSS. und der Primärtypus der Reduktion. Arch. f. Zellforsch. Bd. 2.
- GRÉGOIRE, V. (1905). Les résultats acquis sur les cinèses de maturation dans les deux règnes. (Premier Mémoire) La Cellule. T. 22.
- GRÉGOIRE, V. (1909). La réduction dans le *Zoogonus mirus* LSS. et le «Primärtypus». La Cellule. T. 25.
- GRÉGOIRE, V. (1910). Les cinèses de maturation dans les deux règnes. L'unité essentielle du processus méiotique. (Second Mémoire). La Cellule. T. 26.
- GRÉGOIRE, V. et WYGAERTS, A. (1904). La reconstruction du noyau et la formation des chromosomes dans les cinèses somatiques. I. Racines de *Trillium grandiflorum* et télophase homoetypique dans le *Trillium cernuum*. La Cellule. T. 21.
- GROß, J. (1904). Die Spermatogenese von *Syromastes marginatus* L. Zool. Jahrb. Anat. Bd. 20.
- GUIGNARD, L. (1885). Nouvelles recherches sur le noyau cellulaire. Ann. d. scien. nat. Bot. 6 sér. T. 22.
- GUIGNARD, L. (1891). Nouvelles études sur la fécondation. Ann. d. scien. nat. Bot. 7 sér. T. 14.
- GUIGNARD, L. (1899). Le développement du pollen et la réduction chromatique dans le *Naias major*. Arch. d'anat. micros. T. 2.
- GUILLIERMOND, A. (1911–1913). Les progrès de la cytologie des champignons. Progr. R. Bot. Bd. 4.
- GUYER, M. F. (1910). Accessory chromosomes in man. Biol. Bull. vol. 11.
- HÄCKER, V. (1895). Über die Selbständigkeit der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz während der Embryonalentwicklung von *Cyclops brevicornis*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 46.
- HÄCKER, V. (1900). Mitosen im Gefolge amitotischer Vorgänge. Anat. Anz. Bd. 17.
- HÄCKER, V. (1904). Über die in malignen Neubildungen auftretenden heterotypischen Teilungsbilder. Biol. Centralbl. Bd. 24.
- HÄCKER, V. (1910). Ergebnisse und Ausblicke in der Keimzellforschung. Zeitschr. f. Indukt. Abstamm.—u. Vererbungslehre. Bd. 3.
- HÄCKER, V. (1912). Allgemeine Vererbungslehre. Braunschweig.
- HANSEMAN, VON (1892). Über Anaplasie der Geschwulstzellen und die asymmetrische Mitose. VIRCHOWS Arch. Bd. 129.
- HANSEMAN, VON (1893). Studien über Spezifizität, Anaplasie und Altruismus der Zellen. Berlin.
- HANSEMAN, VON (1902). Die mikroskopische Diagnose der bösartigen Geschwülste. Berlin. 2 Aufl.
- HANSEMAN, VON (1905). Einige Bemerkungen über die angeblich heterotypen Zellteilungen in bösartigen Geschwülsten. Biol. Centralbl. Bd. 25.

- HERLA, V. (1893). Études des variations de la mitose chez l'ascaride mæg. Arch. de Biol. vol. 13.
- HERTWIG, O. (1912). Allgemeine Biologie. Jena.
- HERTWIG, O. und R. (1887). Über den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluß äußerer Agentien. Jenaisch. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 20.
- HERTWIG, R. (1898). Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium Fichornii*. Abhandl. d. k. bayer. d. Wiss. II. Kl. Bd. 19, Abt. III. Zit. nach KONOPACKI (1912).
- HOY, W. E. (1916). A study of somatic chromosomes. I. The somatic chromosomes in comparison with the chromosomes in the germ of *Anasa tristis*. Bio. Bull. vol. 31.
- IKEDA, T. (1902). Studies on the physiological functions of antipodals and related phenomena of fertilization in Liliaceae. I. *Tricyrtis hirta*. Bull. of Coll. of Agr., Tokyo. vol. 5.
- ISHIKAWA, M. (1916). A list of the number of chromosomes. Bot. Mag., Tokyo. vol. 30.
- ISHIKAWA, M. (1918). Studies on the embryosac and fertilization in *Oenothera*. Ann. of Bot. vol. 32.
- JANSSENS, F. A. (1909). La spermatogenèse chez les tritons, La Cellule. T. 19.
- JANSSENS, F. A. (1909). Spermatogénèse dans les Batraciens. v. La théorie de la Chiasmotypie. Nouvelle interprétation des cinèses de maturation. La Cellule. T. 25.
- JÖRGENSEN, M. (1910). Beiträge zur Kenntnis der Eibildung, Reifung, Befruchtung und Furchung bei Schwämmen (Syconen). Arch. f. Zellforsch. Bd. 4.
- JUEL, H. O. (1900). Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35.
- KEMP, H. P. (1910). On the question of the occurrence of heterotypical reduction in somatic cells. Ann. of Bot. vol. 24.
- KONOPACKI, M. (1912). Über den Einfluß hypertotonischer Lösungen auf befruchtete Echinideneier (*Strongylocentrotus lividus* und *Echinus microtuberculatus*). Arch. f. Zellforsch. Bd. 7.
- KORIBA, K. (1909). Über die individuelle Verschiedenheit in der Entwicklung einiger fortwachsender Pflanzen mit besonderer Rücksicht auf die Außenbedingungen. Journ. of Coll. of Scien., Tokyo. vol. 27.
- KÖRINCKE, M. (1896). Untersuchungen über die Entwicklung der Sexualorgane von *Triticum*, mit besonderer Berücksichtigung der Kernteilung. Verhandl. Nat. Ver. d. Preuss. Rheinl. Westfal. u. d. Regierungsbez. Osnabrück. Jahrg. 53. Zit. nach ISHIKAWA (1916).
- KORSCHOLT. (1895). Über Kernteilung, Eireifung u. Befruchtung bei *Ophryotrocha puerilis*. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 60. Zit. nach HOY (1916).
- KRIMMEL, O. (1910). Chromosomenverhältnisse in generativen und somatischen Mitosen bei *Diaptomus coeruleus* nebst Bemerkungen über die Entwicklung der

Geschlechtsorgane. Zool. Anz. Bd. 35.

- KUWADA, Y. (1910). A cytological study of *Oryza sativa* L. Bot. Mag., Tokyo. vol. 24.
- KUWADA, Y. (1911). Maiosis in the pollen mother cells of *Zea Mays* L. Bot. Mag., Tokyo. vol. 25.
- KUWADA, Y. (1915a). Ueber die Chromosomenzahl von *Zea Mays* L. Bot. Mag., Tokyo. vol. 29.
- KUWADA, Y. (1915b). Ueber die Chromosomenzahl von *Zea Mays* L. (Japanisch.) Bot. Mag., Tokyo. vol. 29.
- LERAT, P. (1902). La première cinèse de maturation dans l'ovogenèse et la spermatogenèse du *Cyclops strenuus*. Anat. Anz. vol. 21.
- LERAT, P. (1905). Les phénomènes de maturation dans l'ovogénèse et la spermatogénèse du *Cyclops strenuus*. La Cellule. T. 23.
- LUNDEGÅRDH, H. (1912a). Die Kernteilung bei höheren Organismen nach Untersuchungen an lebendem Material. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 51.
- LUNDEGÅRDH, H. (1912b). Chromosomen, Nukleolen und die Veränderungen im Protoplasma bei der Karyokinese. Conns Beitr. z. Biol. d. Pfl. Bd. 11.
- LUNDEGARDH, H. (1914a). Zur Mechanik der Kernteilung. Svensk Bot. Tidskr. Bd. 8.
- LUNDEGARDH, H. (1914b). Zur Kenntnis der heterotypischen Kernteilung. Arch. f. Zellforsch. Bd. 13.
- LUTZ, A. M. (1912). Triploid mutants in *Oenothera*. Biol. Centralbl. Bd. 22.
- LUTZ, A. M. (1916). *Oenothera* mutants with diminutive chromosomes. Amer. Journ. of Bot. vol. 3.
- MARCUS, H. (1906). Ei- und Samenreifung bei *Ascaris canis* (WERNER) (*Asc. mystax*). Arch. f. mikr. Anat. Bd. 68.
- MATSCHECK, H. (1909). Zur Kenntnis der Eireifung und Eiablage bei Copepoden. Zool. Anz. Bd. 34.
- McCLUNG, E. E. (1905). The Chromosome complex of Orthopteran spermatocytes. Biol. Bull. vol. 9.
- McCLUNG, E. E. (1914). A comparative study of the chromosomes in Orthopteran spermatogenesis. Journ. of Morphol. vol. 25.
- MELIN, E. (1915). Die Spermatogenese von *Sphagnum squarrosum* PERS. Nebst einigen Bemerkungen über das Antheridium von *Sphagnum actifolium* EHRL. Svensk Bot. Tidskr. Bd. 9.
- MERRIMAN, M. (1904). Vegetative cell division in *Allium*. Bot. Gaz. Bd. 37.
- METZ, C. W. (1914). Chromosome studies in the Diptera. I. A preliminary survey of five different types of chromosome groups in the genus *Drosophila*. Journ. of Exp. Zool. vol. 17.
- MEVES, F. (1903). Über oligopyrene und apyrene Spermien und über ihre Entstehung nach Beobachtungen an *Paludina* und *Pygaera*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 61.
- MIYAJI, Y. (1913). Untersuchungen über die Chromosomenzahlen bei einigen *Viola*-Arten (Japanisch). Bot. Mag., Tokyo. vol. 27.
- MIYAKE, K. (1905). Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Mono-

- kotylen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42.
- MOENKHAUS, W. J. (1904). The chiromatin in the development of hybrids. Amer. Journ. of Anat. vol. 3.
- MOORE, A. (1905). Spermatogenesis in *Pallavicinia*. Bot. Gaz. vol. 40.
- MORGAN, STURTEVANT, MÜLLER, and BRIDGES (1915). Mechanism of mendelian Heredity. New York.
- MORSE, M. (1909). The nuclear components of the sex cells of four species of cockroaches. Arch. f. Zellforsch. Bd. 3.
- MOTTIER, D. M. (1895). Über das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosackes und die Vorgänge bei der Befruchtung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 31.
- MÜLLER, C. (1912). Kernstudien in Pflanzen. I u. II. Arch. f. Zellforsch. Bd. 8.
- NAKAO, N. (1911). Cytological studies on the nuclear division of the pollen mother-cells of some cereals and their hybrids. Journ. of Coll. of Agr., Sapporo. vol. 4.
- NATHANSOHN, A. (1900). Physiologische Untersuchungen über amitotische Kernteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35.
- NAVASHIN, S. (1914). Sur quelques indices de l'organisation interne du chromosome (Russisch).
- NAVASHIN, S. (1915). Über die Hetero- und Idiochromosomen des pflanzlichen Kernes als die Ursache des Kern-Dimorphismus einiger Pflanzenarten, und die Bedeutung des Kern-Dimorphismus beim Prozess der Artbildung (Vorläufige Mitteilung) (Russisch). Bull. d. l'Acad. Imp. d. Scienc.
- NAVASHIN, M. (1915). Haploide, diploide und triploide Kerne von *Crepis virens* Vill. (Russisch). Mém. d. l. Soc. d. Nat. d. Kiev. vol. 25.
- NĚMEC, B. (1903). Über ungeschlechtliche Kernverschmelzungen. Sitzungsber. d. kgl. böhm. Gesellsch. d. Wiss. Zit. nach WASIELEWSKI (1904).
- NĚMEC, B. (1904). Über die Einwirkung des Chloralhydrats auf die Kern- und Zellteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 39.
- NĚMEC, B. (1910). Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere zytologische Fragen. Berlin.
- NĚMEC, B. (1912). Über die Befruchtung bei *Gagea*. Bull. internat. Acad. d. sc. d. Bohême. Zit. nach Besprechung in Zeitschr. f. Bot. Bd. 5, 1913, S. 664–665.
- OETTINGER, R. (1909). Zur Kenntnis der Spermatogenese bei den Myriopoden. Samenreife und Samenbildung bei *Pachyiulus varius* Fabre. Arch. f. Zellforsch. Bd. 3.
- ŌSAWA, J. (1912). Cytological and experimental studies in *Citrus*. Journ. of Coll. of Agr., Tokyo. vol. 4.
- ŌSAWA, J. (1916). Cytological and experimental studies in *Morus* (Japanisch). Bull. of Imp. Sericult. Exp. Stat. Japan. vol. 1. No. 4.
- OSTERHOUT, W. T. V. (1897). Ueber Entstehung der karyokinetischen Spindel bei *Equisetum*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 30.

- OVERTON, E. (1893). Ueber die Reduktion der Chromosomen in den Kernen der Pflanzen, Viereljahrsh. Naturforsch. Gesellsch., Zürich. Bd. 38.
- PFEFFER, W. (1897 und 1904). Pflanzenphysiologie. Bd. I und II. Leipzig.
- POPOFF, M. (1907). Eibildung bei *Paludina vivipara* und Chromidien bei *Paludina* und *Helix*. Mit Anhang: Zur Frage nach dem Spermatozoendimorphismus bei *Paludina vivipara*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 70.
- VOM RATH, O. (1891). Über die Bedeutung der amitotischen Kernteilung im Hoden. Zool. Anz. Bd. 26.
- VOM RATH, O. (1895). Neue Beiträge zur Kenntnis der Chromatinreduktion der Samen- und Eireife. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 46.
- ITTER, G. (1911). Über Traumatotaxis und Chemotaxis des Zellkernes. Zeitschr. f. Bot. Bd. 3.
- ROBERTSON, W. R. B. (1916). Chromosome studies. I. Taxonomic relationships shown in the chromosomes of Tettigridae and Acridae: V-shaped chromosomes and their significance in Acrididae, Locustidae, and Gryllidae: Chromosome and variation. Journ. of Morph. vol. 27.
- ROSENBERG, O. (1903). Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze. Ber. d. D. Bot. Gesellsch. Bd. 21.
- VON ROTH, F. (1907). Die Fortpflanzungsverhältnisse bei der Gattung *Rumex*. Bonner Inaug.-Dissert.
- RÜCKERT, J. (1893). Zur Eireifung bei Copepoden. Anat. Hefte. Bd. 4.
- RÜCKERT, J. (1894). Die Chromatinreduktion bei der Reifung der Sexualzellen. Ergebn. Anat. u. Entw.—Gesellsch. Bd. 3.
- SAKAMURA, T. (1914). Studien über die Kernteilung bei *Vicia Cracca* L. Bot. Mag., Tokyo. vol. 28.
- SAKAMURA, T. (1915a). Ueber die Einschnürung der Chromosomen bei *Vicia Faba* L. (Vorläufige Mitteilung). Bot. Mag., Tokyo. vol. 29.
- SAKAMURA, T. (1915b). Ueber die Einschnürung der Chromosomen bei *Vicia Faba* L. (Japanisch). Bot. Mag., Tokyo. vol. 29.
- SAKAMURA, T. (1916). Über die Beeinflussung der Zell- und Kernteilung durch die Chloralisierung mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen. Bot. Mag., Tokyo. vol. 30.
- SAKAMURA, T. (1918). Kurze Mitteilung über die Chromosomenzahlen und die Verwandtschaftsverhältnisse der *Triticum*-Arten. Bot. Mag., Tokyo. vol. 32.
- SALA, L. (1895). Experimentelle Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung der Eier bei *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 44.
- SARGANT, E. (1896). Direct nuclear division in the embryo-sac of *Lilium Martagon*. Ann. of Bot. vol. 10.
- SARGANT, E. (1896). The formation of the sexual nuclei in *Lilium Martagon*. Ann. of Bot. vol. 10.
- SCHILLER, J. (1908). Über künstliche Hervorrufung von Vierergruppen bei *Cyclops*. Zool. Anz. Bd. 32.
- SCHILLER, J. (1909). Über künstliche Erzeugung „primitiver“ Kernteilungsfiguren

- bei *Cyclops*, Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 27.
- SCHÖNEBERG, K. (1913). Die Samenbildung bei den Enten. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 83.
- SCHREINER, A. und K. E. (1906–1907), Neue Studien über die Chromatinreifung der Geschlechtszellen. I.—Die Reifung der männlichen Geschlechtszellen von *Tomopteris onisciformis* ECHSCHOLZ, Arch. d. Biol. T. 22.
- SCHREINER, A. und K. E. (1908). Neue Studien über die Chromatinreifung der Geschlechtszellen. V.—Die Reifung der Geschlechtszellen von *Zoogonus mirus* LSS. Viedensk.—Selsk. Skrifter I. Math—Nat. Kl. Nr. 8. Zit. nach GRÉGOIRE (1909).
- SCHULZ, A. (1913). Die Geschichte der kultivierten Getreide, I. Halle a. S. Neberts Verlag. Zit. nach TSCHERMAK (1914).
- SCHÜRHOFF, P. N. (1915). Amitosen von Riesenkernen im Endosperm von *Ranunculus acris*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 55.
- SCHUSTOW, L. VON (1913). Über Kernteilung in der Wurzelspitze von *Allium cepa*. Arch. f. Zellforsch. Bd. 11.
- SEILER, (1914). Das Verhalten der Geschlechtschromosomen bei Lepidopteren. Arch. f. Zellforsch. Bd. 13.
- SHARP, L. W. (1913). Somatic chromosomes in *Vicia*. La Cellule. T. 29.
- SHARP, L. W. (1914). Maturation in *Vicia* (preliminary note). Bot. Gaz. vol. 57.
- SHIBATA, K. (1902). Cytologische Studien über die endotrophen Mykorrhizen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 37.
- SHIBATA, K. und MIYAKE, K. (1908a). Ueber Parthenogenesis bei *Houttuynia cordata* (Vorläufige Mitteilung). Bot. Mag., Tokyo. vol. 22.
- SHIBATA, K. und MIYAKE, K. (1908b), Studien über Parthenogenesis bei Pflanzen. I. *Houttuynia cordata* (Japanisch). Bot. Mag., Tokyo. vol. 22.
- SMITH, G. (1912). Studies in the experimental analysis of sex. Part. 9. On spermatogenesis and the formation of giant spermatozoa in hybrid pigeons. Quart. Journ. of Micr. Scienc. vol. 58.
- STEVENS, N. M. (1910). The chromosomes in the germ cells of *Culex*. Journ. of Exp. Zool. vol. 8.
- STOMPS, TH. J. (1911). Kernteilung und Synapsis bei *Spinacia oleracea* L. Biol. Centralbl. Bd. 31.
- STOMPS, TH. J. (1912). Die Entstehung von *Oenothera gigas*. Ber. d. D. Bot. Gesellsch. Bd. 30.
- STRASBURGER, E. (1882). Über den Teilungsvorgang der Zellkerne und das Verhältnis der Kernteilung zur Zellteilung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 21.
- STRASBURGER, E. (1900). Über Reduktionsteilung, Spindelbildung usw. Jena.
- STRASBURGER, E. (1905). Typische und allotypische Kernteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42.
- STRASBURGER, E. (1907a). Die Ontogenie der Zelle seit 1875. Progr. R. Bot. Bd. 1.
- STRASBURGER, E. (1907b). Über die Individualität der Chromosomen und die Pfropflybriden-Frage. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 44.

- STRASBURGER, E. (1908a). Chromosomenzahl, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung. *Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd. 45.
- STRASBURGER, E. (1908b). *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen.* Jena.
- STRASBURGER, E. (1910). Chromosomenzahl. *Flora.* Bd. 100.
- STRASBURGER, E. (1911). Kernteilungsbilder bei der Erbse. *Flora.* Bd. 102.
- SYKES, M. G. (1908). Nuclear division in *Fuukia*. *Arch. f. Zellforsch.* Bd. 1.
- TÖCKHOLM, G. (1914). Zur Kenntnis der Embryosackentwicklung von *Lopezia coronata* ANDR. *Svensk Bot. Tidskr.* Bd. 8.
- TAHARA, M. (1910). Ueber die Kernteilung bei *Morus*. *Bot. Mag., Tokyo.* vol. 24.
- TAHARA, M. (1914–1915). Cytological studies on *Chrysanthemum* (Japanisch). vol. 28.
- TAHARA, M. (1915). Cytological studies on *Chrysanthemum*. *Bot Mag., Tokyo.* vol. 29.
- TENNET, D. H. (1907). Further studies on the parthenogenetic development of the starfish egg. *Biol. Bull.* vol. 13.
- TISCHLER, G. (1900). Untersuchungen über die Entwicklung des Endosperms und der Samenanlage von *Corydalis cava*. *Verhand. d. nat. med. Ver. Heidelberg.* N. F. VI. Zit. nach NĚMEC (1910).
- TISCHLER, G. (1901). Über *Heterodera*-Gallen an den Wurzeln von *Circaea lutetiana* L. *Ber. d. D. Bot. Gesellsch.* Bd. 29.
- TISCHLER, G. (1908). Zellstudien an sterilen Bastardpflanzen. *Arch. f. Zellforsch.* Bd. 1.
- TISCHLER, G. (1916). Chromosomenzahl, -Form und -Individualität im Pflanzenreiche. *Progr. R. Bot.* Bd. 5.
- TRÖNDLE, A. (1910). Über die Reduktionsteilung in den Zygoten von *Spirogyra* und über die Bedeutung der Synapsis. *Zeitschr. f. Bot.* Bd. 3.
- TSCHERMAK, E. VON (1914). Die Verwertung der Bastardierung für phylogenetische Fragen in der Getreidegruppe. *Zeitschr. f. Pflanzenzücht.* Bd. 2.
- TSCHERNOYAROW, M. (1914). Ueber die Chromosomenzahl und besonders beschaffenen Chromosomen von *Najas major*. *Ber. d. D. Bot. Gesellsch.* Bd. 32.
- DELLA VALLE, P. (1907). Osservazioni di tetradi in cellule somatiche. Contributo alla conoscenza della tetradi. *Atti d. R. Accad. Sc. fis. e mat. d. Napoli.* 13. Zit. nach NĚMEC (1910).
- DELLA VALLE, P. (1909). L'organizzazione della cromatina studiata mediante il numero di cromosomi. *Arch. Zool.* vol. 5. Zit. nach TISCHLER (1916).
- VAVILOV, N. J. (1915). Immunity of fungous diseases as a physiological test in genetics and systematics, exemplified in cereals. *Journ. of Genet.* vol. 4.
- VEJDOVSKÝ, F. (1911–1912). Zum Problem der Vererbungsträger. *Prag.*
- DE VRIES, H. (1903). *Die Mutationstheorie.* Bd. II. Leipzig.
- DE VRIES, H. (1912). *Die Mutation in der Erblchkeitslehre.* Berlin.
- WALDEYER, W. (1888). Über Karyokinese und ihre Beziehung zu den Befruchtungsvorgängen. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 32.
- WALKER, CH. E. (1911). On Variations in Chromosomes. *Arch. f. Zellforsch.* Bd. 6.
- WALTON, A. C. (1918). The oogenesis and early embryology of *Ascaris canis* WERNER.

- Journ. of Morphol. vol. 30.
- WASIELEWSKI, W. von (1903). Theoretische und experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Amitose. I. Abschnitt. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 38.
- WASIELEWSKI, W. von (1904). Theoretische und experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Amitose. II. Abschnitt. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 39.
- WASSERMANN, F. (1913). Die Oogenese des *Zoogonus mirus* Lss. Arch. f. mikr. Anat. Abt. II. Bd. 83.
- WAWILOFF, N. (1913). Bulletin für angewandte Botanik. Heft 1. St. Petersburg.
- WHITING, P. W. (1917). The chromosomes of the common house mosquito, *Culex pipiens* L. Journ. of Morphol. vol. 28.
- WIEMAN, H. L. (1912). Chromosomes in man. Amer. Journ. of Anat. vol. 14.
- WILSON, E. B. (1909). Studies on chromosomes. V. The chromosomes of *Metapodius*. A contribution to the hypothesis of the genetic continuity of chromosomes. Journ. of Exp. Zool. vol. 6.
- WILSON, E. B. (1911). The cell in development and inheritance. New York.
- WINIWARTER, H. von (1900). Le corpuscule intermédiaire et le nombre des chromosomes du Lapin. Arch. d. Biol. T. 16.
- WINIWARTER, H. von (1901). Recherches sur l'ovogenèse et l'organogenèse de l'ovaire des mammifères (Lapin et Homme). Arch. d. Biol. T. 17.
- WINIWARTER, H. von (1907). Ueber Pagetsche Krankheit. Arch. Derm. u. Syph. 85. Zit; nach DETON (1911).
- WINIWARTER, H. von (1912). Etudes sur la spermatogenèse humaine. I. Cellule de SERTOLI. II. Hétérochromosome et mitoses de l'épithélium séminal. Arch. d. Biol. T. 27.
- WINIWARTER, H. von et SAINMONT, G. (1909). Nouvelles recherches sur l'ovogenèse et l'organogenèse de l'ovaire des mammifères (chat). Chap. IV. Ovogenèse de la zone corticale primitive. Arch. d. Biol. T. 24.
- WISSELINGH, C. van (1903). Ueber abnormale Kernteilung. 5. Beitrag zur Kenntnis der Karyokinese. Bot. Zeit. Bd. 61.
- WALTERECK, R. (1898). Zur Bildung und Entwicklung des Oöteracodoneics. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 64. Zit. nach GRÉGOIRE (1910).
- ZADE. (1914). Serologische Studien an Leguminosen und Gramineen. Zeitschr. f. Pflanzenzücht. Bd. 2.
- ZIEGLER, H. E. und RATH, O. vom (1891). Die amitotische Kernteilung bei den Arthropoden. Biol. Centralbl. Bd. 9.
- ZUR STRASSEN, O. L. (1898). Über die Riesenbildung bei Ascariseiern, Arch. f. Entw. -Mech. Bd. 7.

Inhaltsverzeichnis.

I. Einleitung	S. 1
II. Morphologische Eigenschaften der Chromosomen	S. 3
1. Einschnürung, Zahl und Größe der Chromosomen bei <i>Vicia</i>	
<i>Faba</i>	S. 3
a) Die Chromosomen in der somatischen Kernteilung.	S. 4
α) Im Meristem der fixierten Wurzelspitzen	S. 5
β) Im Meristem der frischen Wurzelspitzen	S. 6
b) Die Chromosomen in der meiotischen Kernteilung	
der Pollenmutterzellen	S. 7
α) In der heterotypischen Kernteilung und Interki-	
nese	S. 7
β) In der homöotypischen Kernteilung	S. 11
2. Die Einschnürung als eine normale und konstante Eigen-	
schaft der Chromosomen	S. 12
3. V-Form der M-Chromosomen bei der Wanderung nach den	
Polen	S. 17
4. Die Einschnürung der Chromosomen im Pflanzen- und Tier-	
reiche	S. 19
III. Einwirkung der äußeren Reize auf die somatische Mitosis	S. 32
1. Chloralisierung	S. 34
a) Versuch I	S. 36
b) Versuch II	S. 47
c) Versuch III	S. 52
d) Zusammenfassung der Entstehungsvorgänge der	
Riesenzellen und Riesenkerne	S. 55
e) Frage nach der Reduktionsteilung in den chlorali-	
sierten somatischen Zellen	S. 57
f) Bewegung der Chromosomen ohne Hilfe der Zug-	
fasern	S. 70
g) Wert der abnorm großen und kleinen Kerne, die bei	
der abnormen Zell- und Kernteilung rekonstruiert	
worden sind	S. 73
h) Frage nach der Amitose	S. 76
2. Behandlung mit Benzindämpfen	S. 81
3. Ätherisierung	S. 86
4. Behandlung mit Chloroformdämpfen	S. 89
5. Behandlung mit Salzsäure Kokain (Cocainum hydrochlori-	
cum)	S. 91
6. Behandlung mit Kohlendioxyd (CO ₂)	S. 92
7. Behandlung mit warmem Wasser	S. 93

8.	Funkelung	S. 95
9.	Röntgenbestrahlung	S. 99
10.	Plasmolyse	S. 100
11.	<i>Heterodera</i> -Gallen und achtmalige Chloralisierung	S. 102
12.	Teilungsanomalien der Zelle und des Kernes als Reaktion des Protoplasmas auf äußere Eingriffe	S. 106
13.	Formen- und Größenveränderungen der Chromosomen durch äußere Einflüsse	S. 136
IV.	Chloralisierung der sporogenen Zellen	S. 139
V.	Allgemeine Besprechung der Form, Größe, Zahl und Individualität der Chromosomen	S. 146
1.	Somatische und meiotische Vierergruppen	S. 148
2.	Die Ursache, wodurch die Modifikation der Chromosomen bedingt wird	S. 163
3.	Zahl und Individualität der Chromosomen	S. 167
VI.	Beziehung der Chromosomenzahl unter den naheverwandten Arten .	S. 180
1.	x-ploide Beziehung	S. 181
2.	nicht x-ploide Beziehung	S. 189
VII.	Zusammenfassung	S. 197
VIII.	Literatur-Verzeichnis	S. 200

Figurenerklärung.

Sämtliche Abbildungen wurden mit Hilfe eines ABBESchen Zeichenapparates ausgeführt, unter Benutzung des ZEISSschen Apochromats-1.5 mm oder Achromat-Objektivs 1.8 mm und Kompensationsokulares 8, 12, HUYGENSchen Okulares 4 oder 2.

Taf. I. Fig. 1-12. Somatische Kernteilung von *Vicia Faba*.

- Fig. 1 u. 2.** M-Chromosomen im frühen Stadium der Metaphase, mit den m- und e-Einschnürungen, schon längsweise gespalten. Sie werden fast an ihrer Mitte von den Zugfasern erfaßt (Ach. 1.8×Komp. 18).
- Fig. 3.** Gewöhnliche, nicht M-Chromosomen. Die Längshälften sind fast an ihren Enden an den Zugfasern befestigt („).
- Fig. 4-6.** Die Trennung der Längshälften („).
- Fig. 7.** M-Tochterchromosomen in der Anaphase, V-Form und e-Einschnürung zeigend („).
- Fig. 8.** Gewöhnliche, nicht M-Tochterchromosomen in der Anaphase („).
- Fig. 9.** Metaphase in der Polansicht (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).
- Fig. 10.** Metaphase in der Seitenansicht („).
- Fig. 11.** Anaphase in der Seitenansicht („).
- Fig. 12.** Anaphase in der Plattenansicht („).

Taf. I. Fig. 13-29. Heterotypische Kernteilung der Pollenmutterzellen von *Vicia Faba*.

- Fig. 13.** Diakinese (Ach. 1.8 mm × Komp. 12).
- Fig. 14 u. 15.** M-Gemini in der Diakinese, die m- und e-Einschnürungen zeigend (Ach. 1.8 mm×Komp. 18).
- Fig. 16.** Metaphase in der Polansicht (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).
- Fig. 17-24.** Verschiedene Verhältnisse der metaphasischen Chromosomen am Anfang des Auseinandergehens (Fig. 17-23, Ach. 1.8 mm×Komp. 12) (Fig. 24, Ach. 1.8 mm×Komp. 18).
- Fig. 25.** Anaphase in der Plattenansicht (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).
- Fig. 26.** 6 Chromosomenpaare in der Metakinese in einer Pollenmutterzelle. Tochterchromosomen längsgespalten. e, M-Chromosomenpaar (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).
- Fig. 27.** M-Chromosomenpaar in der Metakinese. e-Einschnürung und verdoppelte V-Form bemerkbar („).
- Fig. 28.** 6 Chromosomenpaare in der Anaphase in einer Pollenmutterzelle. c, M-Chromosomenpaar, e-Einschnürung deutlich zeigend („).
- Fig. 29.** 6 Chromosomen in der Interkinese. f, M-Chromosom („).

Taf. I. Fig. 30-32. Homöotypische Kernteilung der Pollenmutterzellen.

- Fig. 30.** M-Chromosomen in der homöotypischen Metaphase, m- und e-Einschnürungen zeigend (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).

Fig. 31. Metaphase in der Seitenansicht („).

Fig. 32. Anaphase in der Seitenansicht („).

Fig. 33. Anaphase in der Plattenansicht („).

Taf. I. 34–40. Chromosomen von verschiedenen Pflanzen und Tieren.

Fig. 34. Somatische Kernplatte von *Triticum monococcum*, 14 eingeschnürte Chromosomen deutlich bemerkbar (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).

Fig. 35. Gewöhnlich eingeschnürtes Chromosom von *Pisum sativum* in der Metaphase (Apoch. 1.5×Komp. 12).

Fig. 36. Dasselbe in der Anaphase („).

Fig. 37. Einige eingeschnürte Chromosomen von *Rana temporaria* in der Metaphase der Spermatogonien (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).

Fig. 38. Eingeschnürte Chromosomen von *Rana temporaria* in der Prophase der Spermatogonien.

Fig. 39. Ein Paar der heterotypischen eingeschnürten Chromosomen von *Secale cereale* in der Seitenansicht der Metaphase (Apoch. 1.5 mm×Komp. 12).

Fig. 40. Ein eingeschnürter Geminus in der Diakinese von *Secale cereale* („).

Taf. II. Fig. 41–63. Einstündige Chloralisierung der Wurzelspitzen von *Vicia Faba* mit 0.75 %iger Lösung.

Fig. 41. Aus einer sofort nach der Chloralisierung fixierten Wurzel. Finalspiromatischer Kern mit übermäßig verdickten Knäueln, kleine chromatische Körperchen anhaftend (Ach. 1.8 mm×Komp. 8).

Fig. 42. Aus einer Wurzel wie in Fig. 41. Die längsgespaltenen Chromosomen drängen sich zusammen (Ach. 1.8 mm×Komp. 8).

Fig. 43. Aus einer Wurzel wie in Fig. 41. Abnorme Telophase mit Chromosomenbrücken („).

Fig. 44. Aus einer Wurzel wie in Fig. 41. Die metaphasischen Chromosomen drängen sich zusammen, und es wird ein Haufen gebildet, um den herum ein hyaliner Hof sichtbar ist („).

Fig. 45. Aus einer nach einstündigem Auswaschen fixierten Wurzel. Die gering verkürzten und die sonst latente Einschnürung zeigenden Chromosomen finden sich auf relativ engem Gebiete unregelmäßig zusammen („).

Fig. 46. Aus einer sofort nach der Chloralisierung fixierten Wurzel. Gleiche Verhältnisse wie in Fig. 45. Längshälften auseinander getrennt („).

Fig. 47. Aus einer nach einstündigem Auswaschen fixierten Wurzel. Eingruppige Rekonstruktion aus dem zusammengedrängten Chromosomenhaufen („).

Fig. 48. Aus einer Wurzel wie in Fig. 47. Telophase ohne Scheidewandbildung („).

Fig. 49. Aus einer nach 3 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Die längsgespaltenen verkürzten Chromosomen unregelmäßig zerstreut. Außer zwei M-Chromosomen weisen acht Chromosomen an ihren Enden die Einschnürung auf („).

Fig. 50 u. 51. Aus zwei Wurzeln wie in Fig. 49. Die stark verkürzten und sonst die

latente Einschnürung zeigenden Chromosomen sind zweifach gruppiert. In einer Gruppe 7 und in der anderen 5 Chromosomen („).

In Fig. 50 sind die M-Chromosomen in beide Gruppen verteilt, während sie in Fig. 51 in dieselbe Gruppe eingetreten sind („).

- Fig. 52.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 49. Die stark verkürzten und die sonst latente Einschnürung zeigenden Chromosomen unregelmäßig im Cytoplasma zerstreut („).
- Fig. 55.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 49. Die Kernrekonstruktion findet aus den stark verkürzten und längsgetreunten Längshälften der Chromosomen statt. Längshälften anastomosiert („).
- Fig. 56.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 49. Eingruppige Rekonstruktion eines hantelförmigen Kernes aus den stark verkürzten und längsgetreunten Chromosomenhälften („).
- Fig. 57.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 49. Dreigruppige unregelmäßige Rekonstruktion. Rekonstruierende Gruppen durch Chromosomenbrücken verbunden („).
- Fig. 58.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 49. Dreigruppige unregelmäßige Rekonstruktion. Längshälften vakuolisiert und anastomosiert („).
- Fig. 59.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 49. Eingruppige Rekonstruktion aus den auf einem relativ engen Gebiete zerstreuten Chromosomen („).
- Fig. 60.** Aus einer nach 5 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Zweigruppige Ansammlung der schon getrennten Längshälften der Chromosomen („).
- Fig. 61.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 60. Zwei ungleichwertige Kerne in einer Zelle, die durch zweigruppige Rekonstruktion erzeugt worden sind („).
- Fig. 62.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 60. Eingruppig rekonstruierter eingeschnürter didiploider Kern („).
- Fig. 63.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 60. Zwei diploide und eine didiploide Zelle („).
- Fig. 64.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 60. 12 stark verkürzte Chromosomen, unter denen zehn eingeschnürt sind (Ach. 1.8 mm×Komp. 12.)

Taf. III. Fig. 65–85. Einstündige Chloralisierung der Wurzelspitzen von *Vicia Faba* mit 0.75%iger Lösung.

- Fig. 65.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 60. Zweigruppige Ansammlung. Zwei Gruppen mit einer Chromosomenbrücke verbunden. Längshälfte getrennt (Ach. 1.8 mm×Komp. 8).
- Fig. 66.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 60. Viergruppige ungleichwertige Rekonstruktion („).
- Fig. 67.** Aus einer nach 7 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Neue abnorme Mitosis in der didiploiden Zelle. 24 stark verkürzte eingeschnürte Chromosomen bemerkbar. Achromatische Fasern schwach entwickelt („).

- Fig. 68. Aus einer Wurzel wie in Fig. 67. Neue abnorme Anaphase in den didiploiden Zellen. 48 stark verkürzte und eingeschnürte Längshälften bemerkbar. Polzentrum strahlt Tochterchromosomen mit achromatischen Fasern zusammen aus (Zwei Sonnen) („).
- Fig. 69. Aus einer Wurzel wie in Fig. 60. Echte tripolare Telophase („).
- Fig. 70. Aus einer Wurzel wie in Fig. 67. Scheinbare tripolare Telophase („).
- Fig. 71. Aus einer Wurzel wie in Fig. 67. Neue Metaphase; ein Zentrum strahlt stark verkürzte eingeschnürte Chromosomen mit schwach entwickelten achromatischen Fasern aus („).
- Fig. 72. Aus einer nach 8 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Abnorme Anaphase („).
- Fig. 73. Aus einer Wurzel wie in Fig. 72. Etwas abnorme Anaphase, zwei Sonnen bemerkbar („).
- Fig. 74. Aus einer Wurzel wie in Fig. 72. Abnorme Anaphase („).
- Fig. 75. Aus einer Wurzel wie in Fig. 67. Unregelmäßige Verteilung der Chromosomen in den Tochterzellen. In der rechten Zelle zwei Kerne rekonstruiert („).
- Fig. 76. Aus einer Wurzel (wie in Fig. 67) mit aus einem Chromosom rekonstruierten Karyomer („).
- Fig. 77. Aus einer Wurzel wie in Fig. 67. Drei ungleichwertig gebildete Tochterzellen. Die kleinste Zelle enthält drei Chromosomen („).
- Fig. 78. Aus einer Wurzel wie in Fig. 67. Drei ungleichwertig gebildete Tochterzellen („).
- Fig. 79. Aus einer Wurzel wie in Fig. 67. Zwei ungleichwertig gebildete Tochterzellen. Eine Zelle enthält drei Kerne („).
- Fig. 80. Aus einer Wurzel wie in Fig. 72. Zwei ungleichwertig gebildete Tochterzellen. Zwischen beiden Zellen eine Chromatinbrücke bemerkbar („).
- Fig. 81. Aus einer Wurzel wie in Fig. 72. Zwei sich berührende Kerne („).
- Fig. 82. Aus einer nach 17 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Zwei miteinander verschmelzende ungleichwertige Kerne („).
- Fig. 83. Aus einer Wurzel wie in Fig. 82. Amitosenähnlich rekonstruierter didiploider Kern. Scheidewandbildung unvollständig („).
- Fig. 84. Aus einer Wurzel wie in Fig. 82. Ungleichwertige Verteilung der Chromosomen in den Tochterzellen. Die untere Zelle erhält nur ein Chromosom. Es kann kein Karyomer rekonstruieren („).
- Fig. 85. Aus einer nach 24 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Prophase eines amitosenähnlich gebildeten didiploiden Kernes („).

Taf. IV. Fig. 86-90. Einstündige Chloralisierung der Wurzelspitzen von *Vicia Faba* mit 0.75%iger Lösung. Fig. 91-102. Einstündige Chloralisierung der Wurzelspitzen von *Pisum sativum* mit 0.75%iger Lösung.

- Fig. 86. Aus einer Wurzel wie in Fig. 85. Metaphase einer simultanen Teilung von zwei ungleichwertigen Kernen (Ach. 1.8. mm×Komp. 8).
- Fig. 87. Aus einer nach 27stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel.

Anaphase einer simultanen Teilung von zwei ungleichwertigen Kernen („).

Fig. 88. Aus einer Wurzel wie in Fig. 85. Abnorme Telophase eines hyperchromosomigen Kernes. In der hypochromosomigen Schwesterzelle findet die Mitosis nicht statt („).

Fig. 89. Aus einer nach 22stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Telophase der simultanen Teilung in einer zweikernigen Zelle. Phragmoplast schön entwickelt („).

Fig. 90. Aus einer Wurzel wie in Fig. 82. Eine seckskernige und eine didiploid einkernige pleromatische Zelle („).

Fig. 91. Aus einer nach einstündigem Auswaschen fixierten Wurzel. Die metaphasischen Chromosomen drängen sich zusammen, und es wird ein Haufen gebildet, um den herum ein hyaliner Hof sichtbar ist (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).

Fig. 92 u. 93. Aus den Wurzeln wie in Fig. 91. Eingruppige Rekonstruktion aus dem zusammengedrängten Chromosomenhaufen. Chromosomen vakuolisiert („).

Fig. 94. Aus einer Wurzel wie in Fig. 91. Abnorme Telophase, eine große Chromosomenbrücke sichtbar. Kümmerlich entwickelter Phragmoplast übriggeblieben („).

Fig. 95. Aus einer nach 3 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. 4 ungleichwertig gebildete Tochterzellen. Die kleinste Zelle ist kernlos („).

Fig. 96. Aus einer nach 4 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Eingruppige Rekonstruktion eines hantelförmigen Kernes aus den zerstreuten stark verkürzten und getrennten Längshälften („).

Fig. 97. Aus einer Wurzel wie in Fig. 96. Zweigruppige Kernrekonstruktion („).

Fig. 98. Aus einer nach 5 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Zweigruppige Ansammlung der längsgespaltenen stark verkürzten, den Vierergruppen ähnlichen Chromosomen. Beide Gruppen besitzen je 7 Chromosomen („).

Fig. 99. Aus einer Wurzel wie in Fig. 98. Zweigruppige ungleichmäßige Ansammlung („).

Fig. 100. Aus einer Wurzel wie in Fig. 98. Ungleichmäßige Zerstreuung der getrennten Längshälften der stark verkürzten eingeschnürten Chromosomen („).

Fig. 101. Aus einer Wurzel wie in Fig. 98. Zweigruppige ungleichmäßige Ansammlung („).

Fig. 102. Aus einer Wurzel wie in Fig. 98. Eingruppige Rekonstruktion aus den getrennten Längshälften („).

Fig. 103. Aus einer Wurzel wie in Fig. 98. Eine aus unregelmäßig zerstreuten Chromosomen unregelmäßig gebildeter didiploider Kern.

Taf. V. Fig. 104–112. Einstündige Chloralisierung der Wurzelspitzen von *Pisum sativum* mit 0.75%iger Lösung. Fig. 114–119. Einstündige Chloralisierung von *Zea Mays* (Stärkemais-Rasse) mit 0.75%iger Lösung.

- Fig. 104.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 98. Zweikernige Zelle („).
- Fig. 105.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 98. Zwei ungleichwertige rekonstruierte Kerne in einer Zelle („).
- Fig. 106.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 98. Unvollständig geteilte Zelle („).
- Fig. 107.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 98. Zahlreiche aus den unregelmäßig zerstreuten Chromosomen rekonstruierte Kerne in einer Zelle („).
- Fig. 108.** Aus einer nach 27stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Neues Spiremstadium von drei ungleichwertigen Kernen in einer Zelle („).
- Fig. 109.** Aus einer nach 50 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Neues Spiremstadium aus einem amitosenähnlich rekonstruierten Kern wie in Fig. 106 („).
- Fig. 110.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 108. Metaphase einer simultanen Teilung von zwei ungleichwertigen Kernen („).
- Fig. 111.** Aus einer nach 14 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Metaphasen einer simultanen Teilung von zwei fast gleichwertigen Kernen („).
- Fig. 112.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 108. Anaphase einer simultanen Teilung von zwei fast gleichwertigen Kernen („).
- Fig. 113.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 108. Telophase einer simultanen Teilung von vier hypochromosomigen Kernen („).
- Fig. 114.** Aus einer sofort nach der Chloralisierung fixierten Wurzel. Gestörte Anordnung der metaphasischen Chromosomen. Die Spindelfasern verschmelzen sich zu dicken Strängen (Apoch. 1.5 mm×Komp. 12).
- Fig. 115.** Aus einer nach 3 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Finalspirem mit eingeschnürten Chromosomen („).
- Fig. 116.** Aus einer nach 4 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel. Finalspirem. Die die sonst latente Einschnürung zeigenden Chromosomen nehmen Tetradenform an („).
- Fig. 117.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 115. Zweigruppige Ansammlung der tetradenförmigen Chromosomen („).
- Fig. 118.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 116. Dreigruppige Rekonstruktion. Kleiner chromatischer Klumpen, vielleicht ein Chromosom, unfähig einen Kern zu rekonstruieren („).
- Fig. 119.** Aus einer Wurzel wie in Fig. 116. Eingruppige Rekonstruktion. Kleiner chromatischer Klumpen. Vielleicht ein Chromosom unfähig einen Kern zu rekonstruieren („).

Taf. VI. Fig. 120–127, 138 und 139. *Pisum sativum*. Fig. 128–130, 132 und 137. *Vicia Faba*. Fig. 131. *Zae Mays*.

- Fig. 120.** Aus der zweimal chloralisierten Wurzel von *Pisum sativum* (Versuch IVA). Zweikernige Zelle. Zwei zugrundegehende chromatische Klumpen bemerkbar (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).

- Fig. 121. Aus einer Wurzel wie in Fig. 120. Zwei Kernplatten in einer simultanen Teilung. In einer Kernplatte 3 und in der andern 25 tetradenförmige Chromosomen sichtbar. Achromatische Fasern schwer nachweisbar („).
- Fig. 122. Aus einer Wurzel wie in Fig. 120. Die Längshälften der tetradenförmigen Chromosomen wandern nach zwei Zentren. Achromatische Fasern nicht nachweisbar („).
- Fig. 123. Aus einer Wurzel wie in Fig. 120. Anaphase des didiploiden Kernes. Chromosomen noch verkürzt und die sonst latente Einschnürung zeigend („).
- Fig. 124. Aus einer zweimal chloralisierten Wurzel von *Pisum sativum* (Versuch V). Die 28 tetradenförmigen Chromosomen des didiploiden Kernes sind unregelmäßig im Cytoplasma zerstreut, achromatische Fasern unsichtbar („).
- Fig. 125. Aus einer mit 1.5%iger Lösung einstündig chloralisierten und nach 23 stündigem Verweilen in Sägespänen fixierten Wurzel (Versuch VII). Neue Metaphase des hyperchromosomigen Kernes. Ein Chromosom und drei ehromatische Klumpen zerstreut im Cytoplasma. Die Zerstreung noch aus der vorhergehenden Teilungsabnormität herstammend („).
- Fig. 126. Aus einer Wurzel wie in Fig. 125. Neue Metaphase des diploiden Kernes mit 14 tetradenförmigen Chromosomen und den kümmerlich entwickelten achromatischen Fasern („).
- Fig. 127a und b. Aus einer Wurzel wie in Fig. 125. Zwei Kernplatten einer simultanen Teilung. In b zugrundegehende ehromatische Klumpen sichtbar („).
- Fig. 128. Aus einer sofort nach 2stündiger Behandlung mit Benzindämpfen fixierten Wurzel von *Vicia Faba* (Versuch VIII). Abnorme Metaphase ohne achromatische Fasern. Die stark verkürzten eingeschnürten Chromosomen sind strahlig angeordnet und von einem hyalinen Hof umgeben („).
- Fig. 129. Aus einer Wurzel wie in Fig. 128. Ein metaphasisches Zentrum strahlt stark verkürzte, sonst latente Einschnürung zeigende Chromosomen zusammen mit achromatischen Fasern aus („).
- Fig. 130. Ein M-Chromosomen aus einer sofort nach 1½ stündiger Behandlung mit Benzindämpfen fixierten Wurzel. Das Innere des Chromosoms mit Hämatoxylin tingierbar, während das Äußere nur mit Lichtgrün gefärbt ist („).
- Fig. 131. Aus einer sofort nach 1½ stündiger Behandlung mit Benzindämpfen fixierten Wurzel von *Zea Mays* (Stärkemais-Rasse) (Versuch IX). Die tetradenförmigen metaphasischen Chromosomen mit achromatischen Fasern, unregelmäßig zerstreut (Apoch, 1.5 mm×Komp. 12).
- Fig. 132. Aus einer sofort nach einstündiger Behandlung mit Kohlendioxyd fixierten Wurzel von *Vicia Faba* (Versuch XIV). Eine in Verwirrung gebrachte metaphasische Figur mit verkürzten, die sonst latente Einschnürung zeigenden Chromosomen zusammen mit unregelmäßig angeordneten Spindelfasern (Ach, 1.8 mm×Komp. 12).

- Fig. 133. Aus einer sofort nach 5 Sekunden langer Fäulung fixierten Wurzel von *Vicia Faba* (Versuch XVIII). Gering verkürzte, die sonst latente Einschnürung zeigende metaphasische Chromosomen („).
- Fig. 134 und 135. Aus den sofort nach 15 Minuten langer Plasmolyse fixierten Wurzeln von *Vicia Faba* (Versuch XXIII). Geschrumpfte ruhende und prophasische Kernsubstanzen. Nukleolen schwach gefärbt (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).
- Fig. 136. Aus einer Wurzel wie in Fig. 134. Metaphase in Seitenansicht. Chromosomen dünner als normal und etwas vakuolisiert („).
- Fig. 137. Aus einer Wurzel wie in Fig. 134. Eingruppige Rekonstruktion aus metaphasischen oder metakinetischen Chromosomen („).
- Fig. 138. Aus einer sofort nach 5 Minuten langer Plasmolyse fixierten Wurzel von *Pisum sativum* (Versuch XXIV). Ruhende Kernsubstanzen geschrumpft (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).
- Fig. 139. Tetradenförmige Chromosomen aus einer hyperchromosomigen Kernplatte einer mit *Heterodera radiculicola* infizierten Zelle von *Pisum sativum* (Apoch. 1.5 mm×Komp. 12).

Taf. VII. Fig. 140, *Vicia Faba*. Fig. 141, *Pisum sativum*. Fig. 142-164, aus den einmal chloralisierten Pollenmutterzellen von *Vicia Faba*. Fig. 167, *Hyla* sp. Fig. 168, *Lepus cuniculus*.

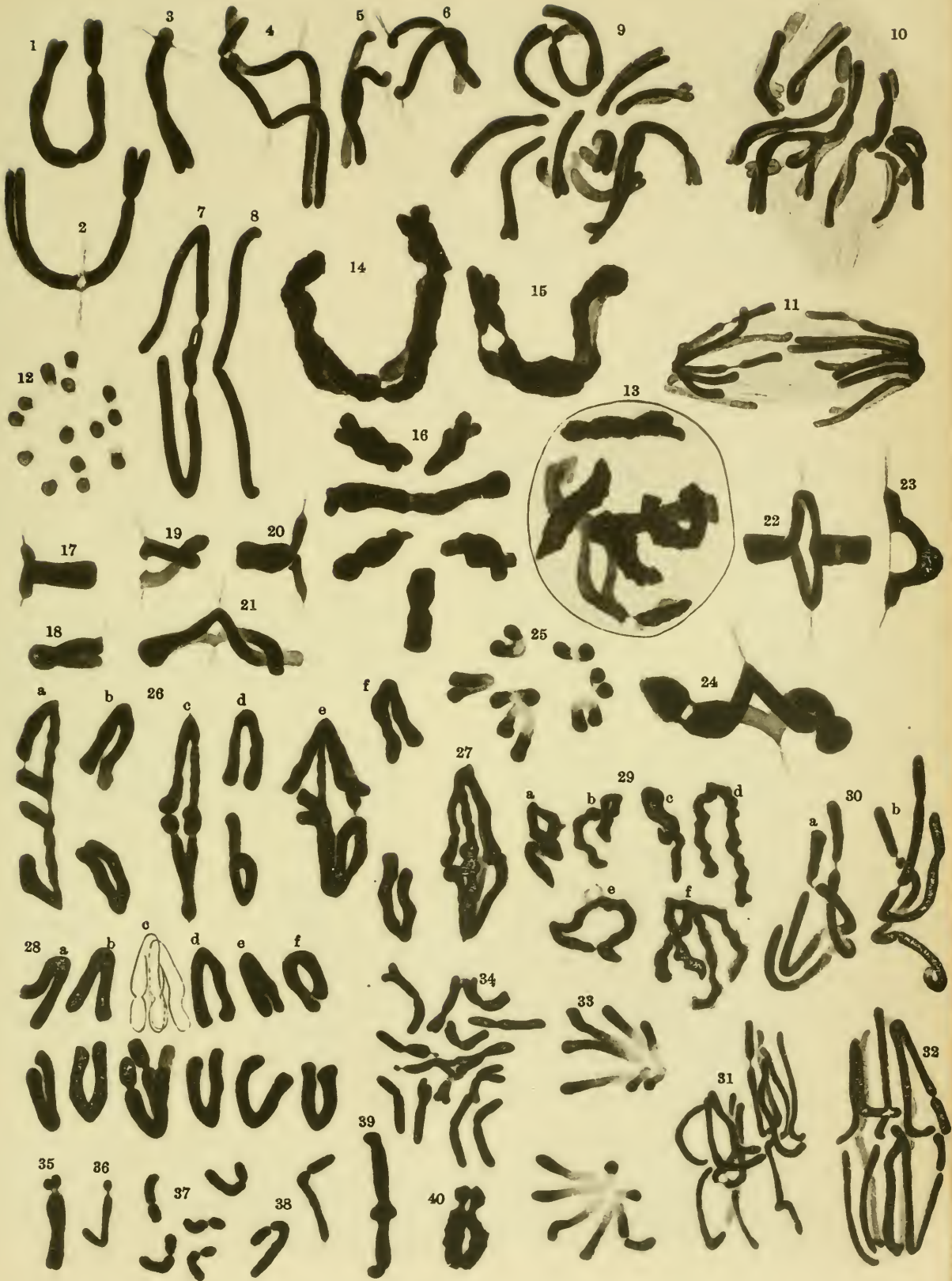
- Fig. 140. Stark verkürzte, die sonst latente Einschnürung zeigende Chromosomen einer hyperchromosomigen Kernplatte aus einer von *Heterodera radiculicola* infizierten Wurzel von *Vicia Faba* (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).
- Fig. 141. Ein prophasischer Kern mit einigen tetradenförmigen Chromosomen in einer zweikernigen Zelle aus einer mit *Heterodera radiculicola* infizierten Wurzel von *Pisum sativum* („).
- Fig. 142. Aus den Pollenmutterzellen, die 40 Minuten lang mit einer 0.3%igen Lösung chloralisiert und nach 6 Stunden fixiert wurden („).
- Fig. 143. Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 142. Zwei prophasische Kerne durch Knospung entstanden („).
- Fig. 144. Aus den Pollenmutterzellen, die 40 Minuten lang mit 0.2%iger Lösung chloralisiert und nach 24 Stunden fixiert wurden. Sogen. „Cytomyxis“, Übertreten der Kernsubstanzen durch die Zellmembran in die Nachbarzellen (Ach. 1.8 mm×Hvrg. 2).
- Fig. 145. Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 142. Der Kern strahlt achromatische Substanzen aus (Ach. 1.8 mm×Hvrg. 4).
- Fig. 146. Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 144. Eingruppige Rekonstruktion aus den metaphasischen Chromosomen in der heterotypischen Teilung. Cytoplasma etwas vakuolisiert („).
- Fig. 147. Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 142. Eingruppige Rekonstruktion aus den metaphasischen Chromosomen in der heterotypischen Teilung („).

- Fig. 148.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 142. Chromosomenbrücke und Isolierung einiger Chromosomen in der heterotypischen Teilung („).
- Fig. 149.** Aus den Pollenmutterzellen, die $1\frac{1}{2}$ Stunden lang mit 0.75%iger Lösung chloralisiert und nach 49 Stunden fixiert wurden. Anomalien in der heterotypischen Teilung. Achromatische Fasern mehr oder weniger verschwunden und ein Chromosom isoliert („).
- Fig. 150 und 151.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 142. Gestörte (multipolare) homöotypische Kernteilung. Cytoplasma etwas vakuolisiert und Chromosomen verkürzt („).
- Fig. 152.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 142. Abnorme homöotypische Telophase. Zwei diploide Kerne rekonstruiert. Nicht Interkinese! („).
- Fig. 153.** Aus den Pollenmutterzellen, die $1\frac{1}{2}$ Stunden lang mit 0.2%iger Lösung chloralisiert und nach 48 Stunden fixiert wurden. 12 Chromosomen in einen Kern eingetreten, dabei zwei M-Chromosomen deutlich bemerkbar (Ach. 1.8 mm×Komp. 12).
- Fig. 154.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 142. Abnorme homöotypische Telophase, woraus vielleicht zwei zweikernige Zellen entstehen werden (Ach. 1.8. mm×Huxg. 4).
- Fig. 155.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 142. Abnorme homöotypische Telophase. Fünf ungleichwertige Kerne in Bildung begriffen. Stützfasern schön entwickelt („).
- Fig. 156.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 142. Abnorme homöotypische Telophase. Weiter fortgeschrittener Zustand der Rekonstruktion des Kernes wie in Fig. 152. Scheidewandanlage schön sichtbar („).
- Fig. 157 und 158.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 142. Durch abnorme homöotypische Teilung sind drei Tochterzellen entstanden. In einer Zelle ein diploider resp. zwei haploide Kerne rekonstruiert („).
- Fig. 159.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 144. Ein durch abnorme homöotypische Teilung entstandenes amitosenähnliches Bild eines Kernes („).
- Fig. 160.** Aus den Pollenmutterzellen, die 1 Stunde lang mit 0.3%iger Lösung chloralisiert und nach 30 Stunden fixiert wurden. Durch abnorme homöotypische Teilung sind junge zweikernige Pollenkörner entstanden („).
- Fig. 161.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 160. Durch abnorme homöotypische Kernteilung sind junge hyperchromosomige Pollenkörner entstanden („).
- Fig. 162.** Ein junges normales Pollenkorn („).
- Fig. 163 und 164.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 149. Hyperchromosomige, wahrscheinlich diploide Pollenkörner. Cytoplasma gesund („).
- Fig. 165.** Aus den Pollenmutterzellen wie in Fig. 149. Ein hypochromosomiges kleines junges Pollenkorn. Cytoplasma gesund („).
- Fig. 166.** Aus den künstlich nicht behandelten und in gewöhnlicher Weise fixierten Pollenmutterzellen. Abnorme homöotypische Telophase. Ungleichmäßige Verteilung der Chromosomen („).

Fig. 167. Tetraden in der Interkinese der Spermatocyten von *Hyla* sp. (Ach. 1.8 mm
×Komp. 12).

Fig. 168. Tetraden und ein Diad in den Spermatocyten kryptoreher Hoden von *Lepus*
cuniculus (Apoch. 1.5 mm×Komp. 12).

Published March 20th, 1920.



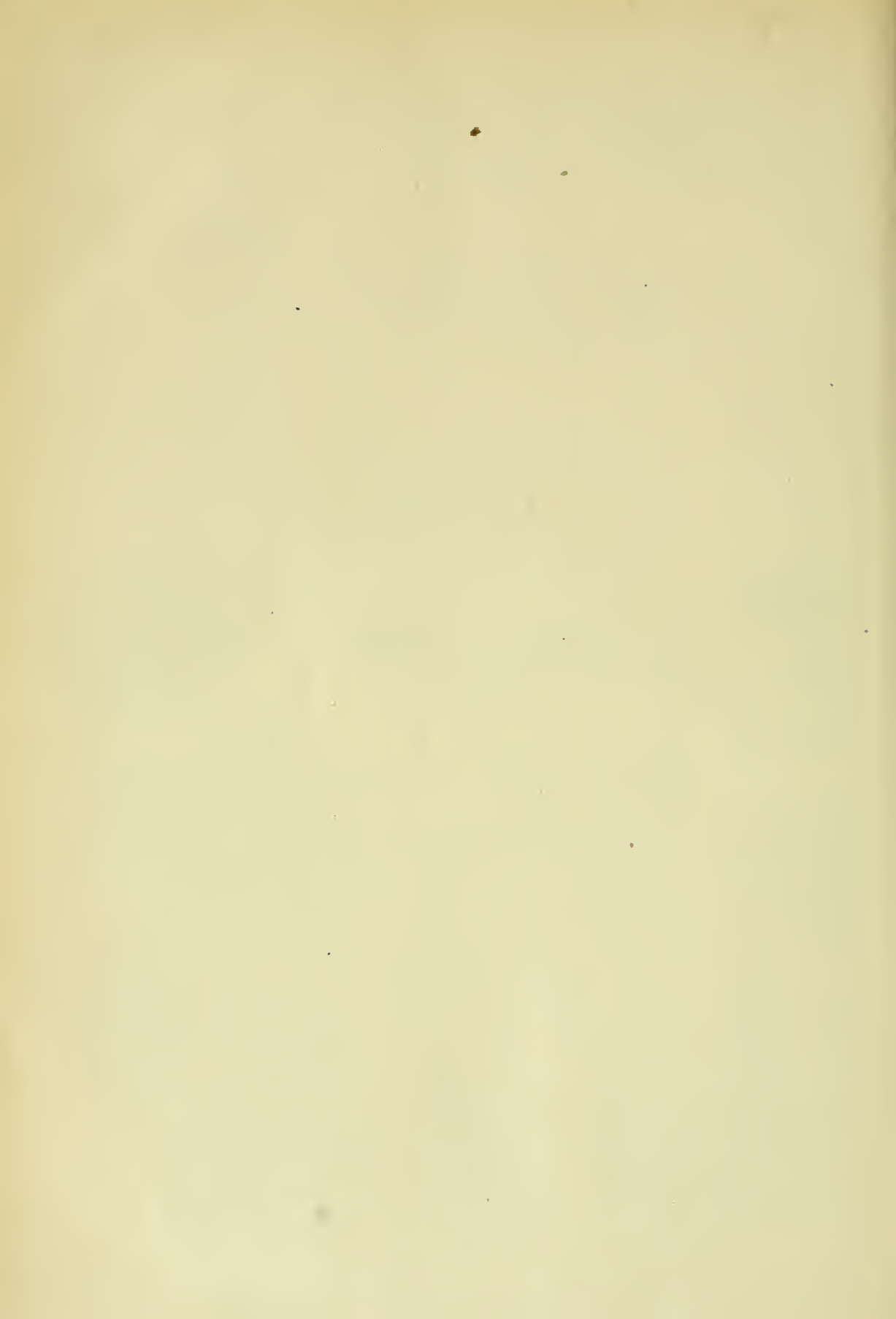


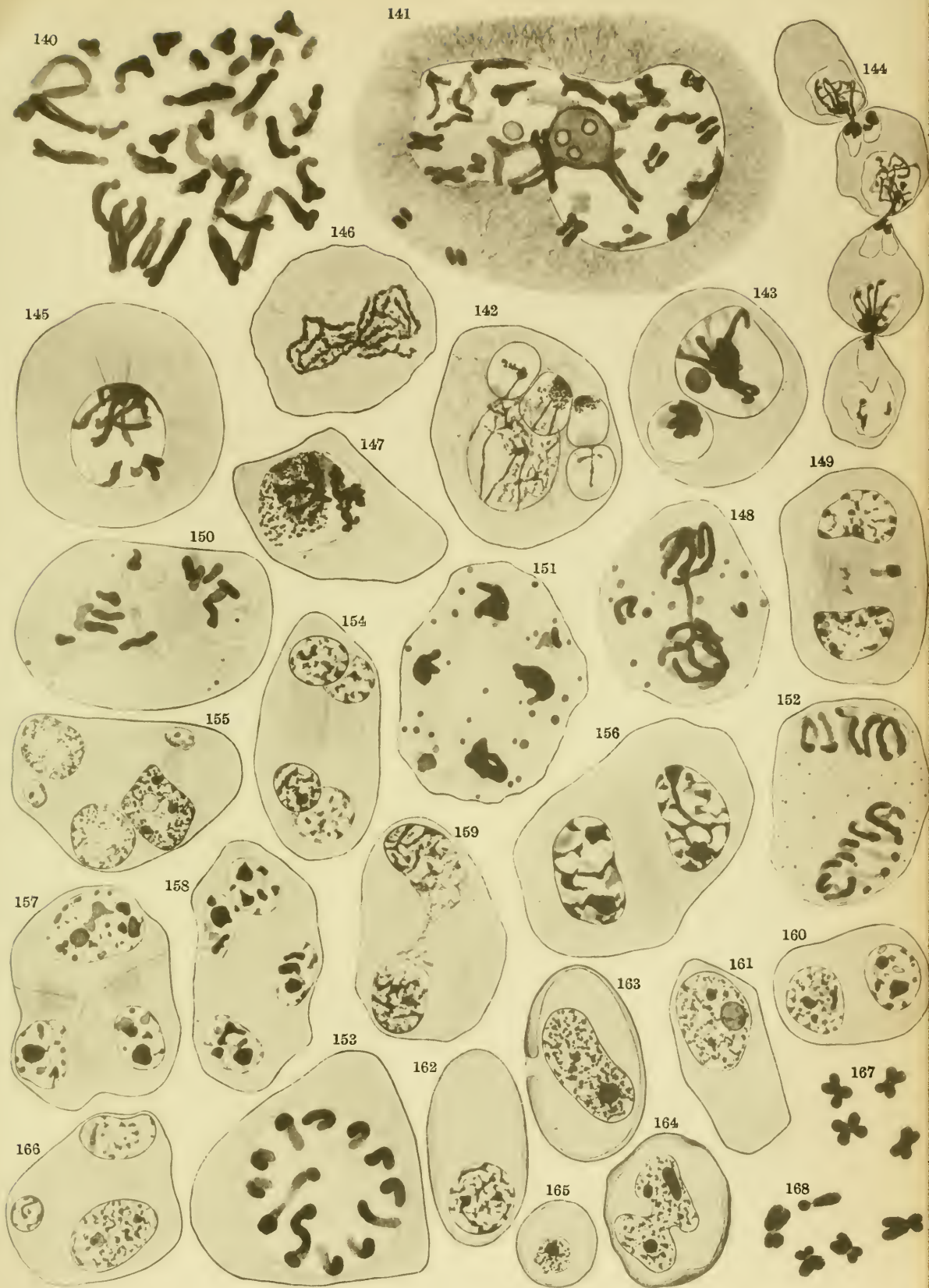




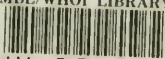








MBL/WHOI LIBRARY



WH 19KZ S

